

ENRICO DUSI STUDIO

S.POLO 3083, 30125 VENEZIA

T. 041.8227556 mail@enricodusi.com

P.IVA 04291380279

www.enricodusi.com

Committente

COMUNE DI REGGIO EMILIA

CUP: J89J21010740001 CIG: B48E51E5C2

COD. PROGETTO B_48401

R.U.P.

arch. Elena Melloni

Servizio Qualità e Sostenibilità della Città Pubblica

Progetto di fattibilità tecnica ed economica



Reggio Emilia
città
delle persone



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DI UN AULA
BIOCLIMATICA NEL GIARDINO
DELLA SCUOLA INFANZIA DIANA ALL'INTERNO DEL
PROGRAMMA SPERIMENTALE DI
INTERVENTI PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI
CLIMATICI IN AMBITO URBANO

Località

REGGIO EMILIA

Progettista

arch. Enrico Dusi

Agronoma

dott.ssa Marcella Minelli

Oggetto

Elaborato n.

**DISCIPLINARE TECNICO
PRESTAZIONALE**

0C.00

Progetto n.	Data	Revisione
22005-02	10.03.25	r00

Nome file

22005-02_0C.00_r00_Disciplinare Tecnico Prestazionale.pdf

ENRICO DUSI STUDIO

PARTE SECONDA

SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

ART. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE	7
ART. 2 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	8
ART. 3 PROVE SUI MATERIALI	9
3.1 RILIEVI E SAGGI.....	9
3.2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI LAVORI	9
ART. 4 TRACCIAMENTI	10
ART. 5 DEMOLIZIONE DI CONGLOMERATI BITUMINOSI	11
5.1 FRESATURA	11
5.2 SCARIFICA.....	11
ART. 6 DEMOLIZIONI.....	12
ART. 7 IDRODEMOLIZIONI.....	13
7.1 IDRODEMOLIZIONI AUTOMATIZZATE	13
7.2 IDRODEMOLIZIONI CON LANCIA.....	14
7.3 CONTROLLO DELLE ACQUE DI SCARICO.....	14
7.4 OPERAZIONI DI CONTROLLO	14
ART. 8 PUNTELLAZIONI E SBADACCHIATURE	15
8.1 PUNTELLAZIONI IN LEGNO	15
8.2 PUNTELLAZIONI DI CARPENTERIA METALLICA	15
8.3 PUNTELLAZIONI CON MARTINETTI A VITE	15
ART. 9 OPERE PROVVISORIALI.....	17
9.1 PONTEGGI IN LEGNO	17
9.2 PONTEGGI METALLICI	17
9.3 PUNTELLI	18
9.4 CENTINE	18
9.5 CESTELLO ELEVATORE	18
9.6 BLINDAGGIO DEGLI SCAVI	19
ART. 10 AGGOTTAMENTI	20
10.1 POZZI DI AGGOTTAMENTO.....	20
10.2 PUNTE FILTRANTI WELL POINT	23
10.3 TRINCEE DRENANTI.....	25
10.4 DRENI SUB-ORIZZONTALI (MICRODRENI)	26
10.5 POZZI DRENANTI.....	27
ART. 11 SCAVI.....	29
11.1 SCAVI DI SBANCAMENTO	29
11.2 SCAVI DI FONDAZIONE	29
11.3 SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTI.....	30
11.4 SCAVI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE	30
11.5 INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI	31
ART. 12 REINTERRI E RILEVATI	33
12.1 MATERIALE PER RILEVATI ORDINARI	33
12.2 MATERIALE PER RINTERRI	33
12.3 PREPARAZIONE DELL'AREA	34
12.4 RINTERRI IN FONDAZIONE	34
12.5 RINTERRI PER LA COSTRUZIONE DI STRUTTURE.....	34
12.6 REINTERRI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE	34
12.7 COMPATTAMENTI	35
ART. 13 TRASPORTI	36
ART. 14 FORMAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE	37
14.1 BONIFICA DEL SOTTOFONDO STRADALE	37
14.2 COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO	37
14.3 STABILIZZAZIONE A CALCE / CEMENTO DI UNA TERRA	37
ART. 15 FONDAZIONE STRADALE	40
15.1 TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO	40
15.2 TOUT VENANT REALIZZATO CON MATERIALE RICICLATO.....	40
15.3 MATERIALI STABILIZZATI.....	40
ART. 16 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO CEMENTATO	42
16.1 MATERIALI COSTITUENTI LA MISCELA	42
16.2 MISCELA	43
ART. 17 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO	45
ART. 18 CONGLOMERATI BITUMINOSI	47
18.1 MATERIALI INERTI	47
18.2 LEGANTE	48
18.3 MISCELA	48

ENRICO DUSI STUDIO

18.4 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE	50
18.5 FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI	50
18.6 TRASPORTO DEGLI IMPASTI.....	50
18.7 POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI	50
18.8 REQUISITI PRESTAZIONALI DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI	51
ART. 19 MANTI DI USURA TIPO GAP GRADED CONFEZIONATI A TIEPIDO CONTENENTI FRESATO E ADDITI VATI CON POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO DRY	53
19.1 AGGREGATI	53
19.2 LEGANTE	55
19.3 MISCELA	55
19.4 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA	57
19.5 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI STESA.....	57
19.6 POSA IN OPERA DELLA MISCELA	58
19.7 CONTROLLI.....	58
ART. 20 CERTIFICAZIONI E PROVE SUI PACCHETTI STRADALI	61
20.1 DENSITÀ IN SITO	63
20.2 PROVE SU PIASTRA	64
20.3 VERIFICA DELLO SPESSORE CON CAROTAGGIO	65
ART. 21 GIUNTI DI DILATAZIONE STRADALE	66
21.1 GIUNTI IN GOMMA - METALLO	66
21.2 GIUNTI A PETTINE	66
21.3 GIUNTI A PIASTRE METALLICHE	66
21.4 GIUNTI AL LAMELLE (PROFILATI) TRASVERSALI	66
21.5 ALTRI TIPI DI GIUNTO	67
21.6 POSA IN OPERA	67
21.7 REQUISITI PRESTAZIONALI	68
21.8 MATERIALI - REQUISITI E PENALI	69
ART. 22 DIAFRAMMI IN C.A.	71
22.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI	71
22.2 FANGHI BENTONITICI	71
22.3 FANGHI POLIMERICI BIODEGRADABILI	72
22.4 ACCIAIO.....	72
22.5 MODALITA' ESECUTIVE.....	74
22.6 CONTROLLO DELL'ESECUZIONE.....	78
22.7 PROVE DI CARICO.....	78
ART. 23 PALANCOLATE	84
23.1 PALANCOLATE METALLICHE	84
23.2 PALANCOLATE IN C.A. PREFABBRICATE	84
23.3 ATTREZZATURA DI INFISSIONE E ESTRAZIONE	86
23.4 INFISSIONE	86
23.5 ESTRAZIONE.....	87
23.6 INSTALLAZIONE DI ANCORAGGI	87
23.7 IMPERMEABILIZZAZIONE DEI GIUNTI.....	88
23.8 CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE	88
23.9 REQUISITI SPECIALI	89
ART. 24 MICROPALI.....	90
24.1 ARMATURA CON BARRE DI ACCIAIO PER C.A.	90
24.2 ARMATURE TUBOLARI	90
24.3 ARMATURE CON PROFILATI IN ACCIAIO	90
24.4 MALTE E MISCELE CEMENTIZIE	90
ART. 25 PROVE SU MICROPALI	93
25.1 PROVE DI CARICO ASSIALE	93
25.2 PROVE NON DISTRUTTIVE.....	94
ART. 26 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA	96
26.1 ACCIAIO FUSO IN GETTI	96
26.2 ACCIAI PER CARPENTERIA METALLICA	96
26.3 ACCIAI PER CARPENTERIA METALLICA IN ZONA SISMICA	97
26.4 BULLONI, DADI E BARRE FILETTATE	97
26.5 BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO	97
26.6 GHISA	98
26.7 CHIUSINI, CADITOIE E GRIGLIE IN GHISA	98
26.8 ALLUMINIO, LEGHE E PRODOTTI	98
26.9 ALLUMINIO ANODIZZATO	98
26.10 PRESCRIZIONI SPECIFICHE SULLE SALDATURE	99
26.11 PULITURA	100
26.12 MODALITA' DI ESECUZIONE	100
26.13 MONTAGGIO	100
26.14 PPRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI ELEMENTI ZINCATI	101
26.15 TOLLERANZA	101
26.16 MESSA A TERRA.....	101

ENRICO DUSI STUDIO

26.17 MODALITA' DI CONSERVAZIONE E CURA	101
26.18 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA	101
ART. 27 ZINCATURA DI OPERE IN ACCIAIO	103
27.1 PREPARAZIONE SUPERFICI / ELEMENTI	104
27.2 MODALITA' DI ESECUZIONE	104
27.3 SPESSORE DEL RIVESTIMENTO E CORROSIONE	104
27.4 RIPARAZIONI	105
27.5 CERTIFICAZIONI E PROVE	105
27.6 ZINCATURA DI LAMIERE	105
ART. 28 OPERE IN ACCIAIO INOX	106
ART. 29 LEGNAME	108
29.1 LEGNO LAMELLARE	108
29.2 SISTEMA DI FONDAZIONE PER EDIFICI A STRUTTURA LEGGERA IN LEGNO	108
29.3 PANNELLI IN LEGNO A STRATI INCROCIATI	109
29.4 PANNELLI A SCAGLIE ORIENTATE (OSB)	110
29.5 INSTALLAZIONE DI SISTEMA DI FONDAZIONE PER EDIFICI A STRUTTURA LEGGERA IN LEGNO	110
29.6 INSTALLAZIONE DI PANNELLI IN LEGNO A STRATI INCROCIATI	110
ART. 30 CASSEFORME PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E DISARMO	112
30.1 CASSERI PER CONTENIMENTO CONTROSPINTA	112
30.2 RETE FERMAGETTO TIPO NERVO-METAL® O PERNERVO-METAL®	112
30.3 MATRICI PER GETTI A VISTA	113
30.4 CASSEFORME PER CALCESTRUZZO TIPO SCC	114
30.5 MATRICI PER GETTI A VISTA	114
ART. 31 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI	116
31.1 ACQUA	116
31.2 LEGANTI IDRAULICI	116
31.3 GHIAIA - PIETRISCO - SABBIA	117
31.4 INERTI LEGGERI - POMICE - ARGILLA ESPANSA - POLISTIROLO ESPANSO	118
31.5 ADDITIVI	119
31.6 RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI	119
31.7 CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO	120
31.8 POSA IN OPERA	120
31.9 GETTI A BASSA TEMPERATURA	121
31.10 GETTI DI ACQUA	121
31.11 CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI	121
31.12 GETTI DI CALCESTRUZZO DA DILAVARE SUPERFICIALMENTE	121
31.13 CONTROLLI E COLLAUDO	122
ART. 32 ACCIAIO PER C.A.	123
ART. 33 ANCORAGGI PER CALCESTRUZZO	125
33.1 VITI PER CALCESTRUZZO	125
33.2 TASSELLI MECCANICI	125
33.3 TASSELLI A CALZA PER ANCORANTI CHIMICI	125
33.4 BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA	125
33.5 RESINE	125
33.6 RESINE EPOSSIDICHE	126
33.7 RESINE POLIESTERI	127
33.8 RESINE VINILESTERI	127
33.9 SABBIE, INERTI E CARICHE PER RESINE	127
33.10 RINFORZANTI PER RESINE	127
33.11 INGHISAGGI	128
ART. 34 TUBAZIONI E POZZETTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	129
34.1 TUBAZIONI	129
34.2 POZZETTI	141
34.3 CHIUSINI PER CAMERETTE	142
34.4 FOSSA TIPO IMHOFF	143
34.5 POSA E FISSAGGIO TUBAZIONI	144
34.6 POSA POZZETTI	144
34.7 POSA CHIUSINI PER CAMERETTE	145
34.1 POSA FOSSA IMHOFF	145
ART. 35 MANUFATTI E COMPONENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E CONGLOMERATO CEMENTIZIO PRECOMPRESSO	146
35.1 LASTRE PREDALLES	147
35.2 PRODOTTI PREFABBRICATI NON SOGGETTI A MARCATURA CE.	147
35.3 APPOGGI	147
35.4 MONTAGGIO	148
35.5 REALIZZAZIONE DELLE UNIONI E DEI GIUNTI	148
35.6 CONTROLLO E ACCETTAZIONE	148
ART. 36 MALTE	150
36.1 MALTE	150
36.2 MALTE PRECONFEZIONATE	150

ENRICO DUSI STUDIO

36.3 MALTA ANTIRITIRO	150
36.4 MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA.....	151
36.5 MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA COLABILE.....	152
36.6 APPLICAZIONE MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA	153
36.7 APPLICAZIONE MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA COLABILE	154
ART. 37 RIPRISTINO E PROTEZIONE DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO	155
37.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DEI CALCESTRUZZI E DELLE ARMATURE METALLICHE.....	155
37.2 SABBATURA DI ARMATURE	155
37.3 RICOSTRUZIONE DI ARMATURE.....	155
37.4 PASSIVAZIONE E RIPRISTINO DELLE ARMATURE METALLICHE	156
37.5 INCOLLAGGIO DELLE BARRE DI ACCIAIO AL CALCESTRUZZO	156
37.6 CONSOLIDAMENTO CALCESTRUZZI INCOERENTI PER MANCANZA DI LEGANTI	156
37.7 RICOSTITUZIONE DEL COPRIFERRO E RIPRISTINO VOLUMETRICO	156
37.8 RIPRISTINO DI FESSURAZIONI MEDIANTE INIEZIONI DI RESINE.....	157
37.9 PROTEZIONE DEI CALCESTRUZZI RISANATI	158
37.10 TINTEGGIATURA DEI CALCESTRUZZI RISANATI.....	158
ART. 38 MURATURE DI MATTONI E IN PIETRA	160
38.1 MATERIALI LATERIZI.....	160
38.2 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO.....	160
38.3 ELEMENTI RESISTENTI NATURALI	160
38.4 MANUFATTI IN PIETRA ARTIFICIALE	160
38.5 ESECUZIONE DI MURATURE IN GENERE.....	161
38.6 ESECUZIONE DI MURATURE PORTANTI	161
38.7 ESECUZIONE DI MURATURE IN PIETrame	162
38.8 ESECUZIONE DI MURATURE IN BRECCIA	162
ART. 39 IMPERMEABILIZZAZIONE.....	164
39.1 MEMBRANA BUGNATA	164
39.2 MEMBRANA BENTONITICA.....	164
39.3 MEMBRANA BITMINOSA.....	164
39.4 MEMBRANA BITUMINOSA CHIARA	165
39.5 MALTA CEMENTIZIA IMPERMEABILIZZANTE	165
39.6 PRIMER IMPERMEABILIZZANTE	166
39.7 GIUNTO BENTONITICO	166
39.8 GIUNTO WATERSTOP.....	166
39.9 GIUNTO RE-INIETTABILE	167
39.10 TELO BENTONITICO.....	167
ART. 40 IMPERMEABILIZZAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESTERNE IN CALCESTRUZZO CON RIVESTIMENTO POLIURETANICO.....	169
40.1 BANDA ADESIVA IN GOMMA	169
40.2 TNT IN POLIESTERE.....	169
40.3 PRIMER.....	169
40.4 IMPERMEABILIZZANTE.....	170
40.5 FINITURA	170
40.6 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE	170
40.7 MANO DI AGGANCIO.....	171
40.8 IMPERMEABILIZZAZIONE	171
40.9 FINITURA	171
40.10 ARMATURA DI RINFORZO	172
ART. 41 OPERE IN MATERIALI LAPIDEI (PIETRA DA TAGLIO, MARMO E PIETRA NATURALE)	173
ART. 42 PULITURA DEI MATERIALI LAPIDEI (O ALTRE SUPERFICI).....	175
42.1 PRODOTTI	175
42.2 PULITURA CON ACQUA E AMMONIO.....	177
42.3 PULITURA CON ACQUA.....	177
42.4 PULITURA CON ACQUA DEMINERALIZZATA NEBULIZZATA.....	177
42.5 PULITURA CON INTERVENTO MICRO-ABRASIVO	178
42.6 SISTEMI DI TIPO MECCANICO	178
42.7 TRATTAMENTO BIOCIDO	178
42.8 IMPACCHI DI COMPOSTO A BASE DI BICARBONATO D'AMMONIO	178
ART. 43 RESTAURO CONSERVATIVO DEI MATERIALI LAPIDEI.....	179
43.1 ASPORTAZIONE STUCCATURE	179
43.2 PRECONSOLIDAMENTO	179
43.3 TASSELLATURA	179
43.4 STUCCATURA	179
43.5 PIGMENTAZIONE STUCCATURE.....	180
43.6 PROTEZIONE SUPERFICIALE	180
43.7 ROCCIA RIGENERATA.....	180
ART. 44 PAVIMENTAZIONI IN PORFIDO.....	181
44.1 CUBETTI	181
44.2 PIASTRELLE	181
44.3 LASTRE IRREGOLARI (OPUS INCERTUM).....	182

ENRICO DUSI STUDIO

44.4 BINDERI	182
44.5 CORDONI	182
44.6 SOGLIE CARRAIE - PLINTI - BOCHE DI LUPO	183
44.7 POSA IN OPERA DI CUBETTI	183
44.8 POSA IN OPERA DI PIASTRELLE REGOLARI	183
44.9 POSA IN OPERA DI LASTRE IRREGOLARI AD OPERA INCERTA	184
44.10 POSA IN OPERA DI CORDONI E BINDERI	184
44.11 POSA IN OPERA DI SMOLLERI	184
44.12 POSA IN OPERA DEGLI ALTRI ELEMENTI IN PORFIDO	184
44.13 RIPARAZIONI E RIPRISTINI	184
ART. 45 PAVIMENTAZIONI IN PIETRA DI LUSERNA	184
45.1 BINDERI	184
45.2 POSA IN OPERA DI CORDONI E BINDERI	185
ART. 46 PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI CALCESTRUZZO, CORDONATE, ACCIOTTOLATI E SELCIATI	186
46.1 CUBETTI IN PIETRA	186
46.2 MATTONELLE E MARMETTE DI CEMENTO	186
46.3 MASSELLI DI CALCESTRUZZO	186
46.4 PIETRINI IN CEMENTO	186
46.5 PIETRINI E MATTONELLE DI TERRACOTTA GREIFICATE	186
46.6 PEZZAMI PER PAVIMENTI A BOLLETTONATO	186
46.7 CORDONATA IN PIETRA	186
46.8 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO VIBRO-COMPRESSO	187
46.9 CORDONATA IN CEMENTO	187
46.10 CIOTTOLI PER SELCIATI	187
46.11 MARCIAPIEDI RIALZATI	187
46.12 ACCIOTTOLATI	187
46.13 SELCIATI	187
46.14 PAVIMENTAZIONI DIVERSE	187
ART. 47 PAVIMENTAZIONI PERMEABILI IN CALCESTRE	188
ART. 48 GIUNTI DI DILATAZIONE	189
48.1 ALLUMINIO	189
48.2 INSERTI	189
48.3 INSTALLAZIONE GIUNTI PER PAVIMENTI	190
48.4 INSTALLAZIONE GIUNTI PER PARETI E SOFFITTI	191
48.5 INSTALLAZIONE GIUNTI DI SEZIONAMENTO	193
ART. 49 LATTONERIE	194
49.1 LATTONERIE IN ALLUMINIO	194
49.2 LATTONERIE IN ACCIAIO	195
49.3 CARICO DEL VENTO	198
49.4 FUNZIONAMENTO	198
ART. 50 OPERE A VERDE	200
50.1 TERRENO VEGETALE	200
50.2 CONCIMI	200
50.3 MATERIALE PER PIANTUMAZIONE	200
50.4 SEMENZE	200
50.5 ZOLLE	200
50.6 PALETTI	200
50.7 NONTESSTI	200
50.8 GEOGRIGLIE	200
50.9 GEORETI	200
50.10 GRIGLIE SALVAPRATO	200
50.11 FORMAZIONE TETTO VERDE	201
50.12 SEMINA DI MANTO ERBOSO	201
50.13 FORMAZIONE PRATO ARMATO	201
50.14 FORMAZIONE GIARDINO ROCCIOSO	202
50.15 MESSA A DIMORA DI PIANTE	202
ART. 51 SEGNALETICA E ELEMENTI INDICATORI	203
51.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE	203
51.2 SEGNALETICA VERTICALE	204
51.3 ELEMENTI INDICATORI	205
ART. 52 CORPI ILLUMINANTI	206
ART. 53 BARRIERE STRADALI	207
53.1 CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO	207
53.2 GENERALITÀ	207
53.3 OMOLOGAZIONE DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI	208
53.4 CONFORMITÀ DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA NELLE COSTRUZIONI STRADALI E LORO INSTALLAZIONE	208
53.5 CRITERI DI SCELTA DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA STRADALE	208
53.6 PROVE TECNICHE (STATICHE DINAMICHE) SULLE BARRIERE	209
ART. 54 BARRIERE ACUSTICHE	210
54.1 PREQUALIFICA DEL SISTEMA ANTIRUMORE	210

ENRICO DUSI STUDIO

54.2 PROVE ACUSTICHE 210

54.3 CARATTERISTICHE ACUSTICHE 211

54.4 CARATTERISTICHE GENERALI 211

54.5 PANNELLI 211

54.6 VERNICIATURE 213

54.7 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....216

54.8 MONTAGGIO.....217

54.9 VERIFICA ACUSTICA DELLA BARRIERA ANTIRUMORE 217

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi appositi articoli; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno soddisfare i requisiti richiesti dall'Elenco Prezzi.

Tutti i materiali e le lavorazioni dovranno inoltre essere rispondenti a quanto indicato nel D.M. 11/10/2017, recante i "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici". Si rimanda al documento 22005-03_0B.00_r00-Relazione CAM.

Il prezzo di tutte le lavorazioni, comprende la realizzazione / fornitura di preventive campionature su / di porzioni limitate di materiale, in modo da verificare la quantità / qualità di prodotto migliore.

In ogni caso, TUTTI i materiali, prima della loro posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. I materiali si intendono accettati quanto saranno soddisfatte le seguenti condizioni:

- Prima del loro impiego, con un congruo anticipo di almeno 7 giorni, l'impresa dovrà sottoporre al direttore dei lavori la documentazione prevista dalla normativa vigente in riferimento ai materiali che intende proporre per la realizzazione dell'opera (di qualsiasi tipo, strutturale, edile architettonico, impiantistico);
- Il direttore dei lavori provvederà alla verifica della documentazione ricevuta e darà la propria approvazione entro 3 giorni;
- Nel caso in cui la documentazione del materiale trasportato in cantiere sia allegata alla bolla di fornitura dello stesso (ad esempio l'acciaio da cemento armato, acciaio da carpenteria metallica, ecc.), i documenti di trasporto dovranno essere conformi alla normativa vigente ed essere consegnati in copia anche al direttore dei lavori;
- L'approvazione si intende avvenuta nel momento in cui il direttore di lavori emetterà un "verbale di accettazione del materiale" che dovrà essere sottoscritto anche dall'impresa appaltatrice dei lavori e conservato in copia in cantiere;
- Ogni forma di impiego dei materiali non conforme a quanto sopra riportato, autorizza il direttore dei lavori a sospendere il pagamento delle forniture dei suddetti materiali per i quali non è avvenuta l'emissione del "verbale di accettazione";

I materiali potranno provenire da località o fabbriche che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Nonostante 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.

Ai sensi del Regolamento europeo n. 305 del 09/03/2011, che fissa le condizioni per la commercializzazione dei prodotti da costruzione definendo le modalità di descrizione delle loro prestazioni e per l'uso della marcatura CE, essi devono essere provvisti della dichiarazione di prestazione e della marcatura CE, nel caso siano oggetto di applicazione di una norma armonizzata o siano conformi a una valutazione tecnica europea.

La dichiarazione di prestazione deve essere redatta dal produttore secondo quanto indicato dagli articoli 4 e 6 del suddetto Regolamento; essa sarà fornita in forma cartacea o su supporto elettronico in lingua italiana.

La marcatura CE dimostra la conformità alla dichiarazione di prestazione e a tutti i requisiti stabiliti nel suddetto Regolamento e alle relative norme di armonizzazione europee o alle valutazioni tecniche europee; essa dovrà essere apposta secondo quanto indicato dagli articoli 8 e 9 del suddetto Regolamento, in modo visibile e indelebile sul prodotto stesso o su un'etichetta ed esso applicata o, qualora non possibile, sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

L'elenco delle norme armonizzate relative ai prodotti da costruzione è pubblicato dalla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea e costantemente aggiornato. Indica inoltre il periodo di coesistenza con eventuali norme precedenti, al termine del quale le norme armonizzate saranno l'unico riferimento per la redazione della dichiarazione di prestazione dei prodotti da costruzione.

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità EC 1-2009 UNI EN ISO 9001:2008. L'impresa ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della D.L..

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.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o con una lavorazione più accurata, ciò non gli darà diritto ad un aumento dei prezzi e la stima sarà fatta come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto.

Qualora venga ammessa dalla Stazione appaltante - in quanto non pregiudizievole all'idoneità dell'opera - qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o qualità dei materiali, ovvero una minor lavorazione, la Direzione dei Lavori può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

Se l'Appaltatore, senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'Appaltatore sarà tenuto a rimuovere a sua cura e spese detti materiali, ed a rifare l'opera secondo le Prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 2 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le quotazioni dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali. In ogni caso verranno compensate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

Le assistenze in genere non saranno compensate in quanto tutte le opere comprese nel presente Capitolato si intendono eseguite, fornite e poste in opera comprensive di ogni onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 3 PROVE SUI MATERIALI

L'Appaltatore per poter impiegare i vari tipi di materiali prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire preventivamente al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un Laboratorio ufficiale relativo ai valori caratteristici richiesti.

I certificati, in rapporto ai dosaggi e composizioni proposti, dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi; essi dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni momento, e periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, agli accertamenti di laboratorio e alle verifiche tecniche sui materiali impiegati o da impiegare, siano esse obbligatorie secondo la normativa vigente o previste nel presente capitolato speciale d'appalto, disposte dal Direttore dei Lavori o dall'organo di collaudo.

Le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni presso laboratori ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami, saranno imputate a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo, ai sensi dell'art. 111, comma 1-bis del Codice dei Contratti.

Il Direttore dei Lavori o l'organo di collaudo potranno disporre l'esecuzione di ulteriori prove ed analisi, ancorché non prescritte dalla normativa vigente o dal presente capitolato speciale d'appalto, qualora ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali impiegati o da impiegare e imputando le spese a carico dell'impresa, ai sensi dell'art. 6, comma 4, del D.M. del 07/03/2018, n. 49.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori. I risultati ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

3.1 RILIEVI E SAGGI

L'impresa dovrà contribuire e fornire assistenza per eseguire eventuali rilievi più approfonditi necessari a documentare le caratteristiche architettoniche ed artistiche dell'edificio oggetto dell'intervento, ed a supportare ulteriori verifiche da parte della Direzione Lavori, concordate con la Committenza, senza nulla obiettare in merito o richiedere maggiori compensi. I rilievi comunque dovranno essere eseguiti tempestivamente, compatibilmente con le caratteristiche dei manufatti. L'Impresa dovrà inoltre effettuare a proprio carico l'esecuzione di prelievi e conseguenti analisi chimico – fisiche sui materiali espressamente richiesti dalla Direzione Lavori, nonché saggi stratigrafici senza nulla eccepire.

3.2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI LAVORI

L'impresa è tenuta a fornire documentazione fotografica delle singole fasi delle lavorazioni. In ogni caso la Ditta dovrà garantire il libero accesso alla Direzione lavori, od al fotografo incaricato da questa, per effettuare ulteriore documentazione che ritenga opportuna.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 4 TRACCIAMENTI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto o di costruzione di opere d'arte, 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, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 5 DEMOLIZIONE DI CONGLOMERATI BITUMINOSI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI****5.1 FRESATURA**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

5.2 SCARIFICA

Per tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricariche e risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessarie dalla Direzione dei Lavori entro i limiti nel relativo articolo di Elenco provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'impresa.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 6 DEMOLIZIONI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

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

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione; alla quale spetta ai sensi dell'art. 36 del Capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere, di cui è cenno nel precedente articolo, e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 36.

La direzione dei lavori si riserva di disporre con sua facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 36 del Capitolato generale.

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

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, verrà compensata a metro del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame verrà compensata sulla base degli effettivi volumi, con il prezzo relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. I relativi prezzi, che comprendono il trasporto a rifiuto, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati di qualsiasi specie e genere verrà invece compensata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori. Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori dalle pertinenze stradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale di impalcati di opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso verrà compensato a metro cubo del loro effettivo volume.

La demolizione integrale di impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su strada in esercizio, verrà compensata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato sia mediante scalpellatura che con l'impiego di macchine idrodemolitrici verrà compensato per lo spessore medio misurato mediante rilievo su un reticolo di lato un metro.

Il prezzo delle idrodemolizioni comprende e compensa anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso verrà compensata con i relativi prezzi di elenco. Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 7 IDRODEMOLIZIONI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Le idrodemolizioni saranno realizzate mediante passaggio sulle superfici di intervento di un getto d'acqua in pressione, per la rimozione di uno strato di materiale superficiale o profondo, a seconda dell'energia impiegata. Essa viene determinata dai seguenti parametri:

- tipo di ugelli,
- portata d'acqua,
- pressione alla pompa,
- distanza degli ugelli dalla superficie,
- tempo di permanenza degli ugelli sulla superficie.

Preliminarmente all'avvio delle attività di idrodemolizione, l'Impresa eseguirà alla presenza della D.L. delle prove preliminari di taratura del sistema che intende utilizzare per ottenere i livelli prestazionali indicati nel progetto.

Le idrodemolizioni saranno eseguite con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro.

Il processo di demolizione, comunque esso sia condotto, deve garantire la stabilità delle armature esistenti; l'Impresa ne risponde, pena la sostituzione a proprio carico delle armature danneggiate e/o distaccatesi, quindi perse.

Gli interventi dovranno risultare selettivi e asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto. Il progetto, inoltre, definisce lo spessore di calcestruzzo da asportare sulla base dei risultati di un'apposita indagine preliminare.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare esente da parti in distacco e macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

In corrispondenza di armature a vista, o che arrivino ad essere a vista a seguito del processo di idrodemolizione, il processo sarà spinto sino a garantire l'intera esposizione del ferro sulla completa circonferenza, con asportazione del calcestruzzo per altri 2 cm oltre il ferro di armatura, eliminando quindi dal contatto con i ferri i sali presenti, elemento innescante fenomeni di corrosione. Il trattamento di idroscarifica deve raggiungere l'obiettivo di eliminare completamente la ruggine presente sui ferri da lasciare in opera, lasciandoli puliti e senza detriti al contorno, con superficie portata a metallo bianco (grado SA 2,5 secondo la specifica SSPC-SP/10/63), altrimenti dovendo intervenire manualmente.

I materiali risultanti, di proprietà dell'Amministrazione, dovranno essere recuperati e caricati all'interno di un cassone all'interno dell'area di cantiere. Saranno successivamente trasportati a discarica autorizzata, previa verifica della non pericolosità per mezzo di indagini di caratterizzazione effettuate sui campioni prelevati.

7.1 IDRODEMOLIZIONI AUTOMATIZZATE

Esse garantiscono il passaggio dell'utensile in condizioni di uniformità di energia applicata che sarà tarata per risultare sufficiente a rimuovere il calcestruzzo degradato.

Ne consegue che:

- zone di maggiore degrado, a parità di energia impiegata, presenteranno uno spessore maggiore di demolizione; l'Impresa controllerà tale eventualità:
 - ritardando l'energia adottata per non asportare oltre lo spessore convenuto,
 - convenendo con la DL eventuali diverse procedure, nel caso che la qualità del supporto in tal modo raggiunto risulti insufficiente,
- zone di minimo degrado avranno bisogno di maggiore energia di idrodemolizione per raggiungere il livello minimo prestazionale fissato: in tali zone i parametri di demolizione andranno quindi adeguati;
- su punti specifici ove non si siano raggiunti gli obiettivi prefissati, si procederà nuovamente con un processo non meccanizzato fino al raggiungimento del livello fissato.

Saranno eseguite per l'asportazione di strati corticali di calcestruzzo degradato in parete libera con mezzo semovente tipo Crawler 30 rob della Falch o similare che garantisca un getto d'acqua avente portata superiore a 200 lt/minuto e pressione variabile sino a 1500 atm.

Il mezzo necessario per i lavori sarà composto da:

- un carro con ruote gommate o cingolato, dotato di stabilizzatori idraulici laterali, sul quale sono alloggiati il motore e l'impiantistica,
- un braccio telescopico applicato ad una ralla, installata sul carro, che permette il posizionamento della slitta che porta il sistema di demolizione con raggio di estensione fino a 10 m rispetto al piano di lavoro (platea di fondazione),
- una slitta, sulla quale scorre il carrello, che porta la testa di demolizione, costituita per l'idroscarifica da più utensili (ugelli) puntoidali o brandeggianti, rotanti inerzialmente o idraulicamente; gli utensili sono ugelli singoli o multipli, fatti avanzare parallelamente alla superficie del paramento ad una velocità e a una distanza programmata.

È importante garantire una distanza costante del getto d'acqua dalla superficie da lavorare. Per questo è richiesto un sistema automatico di "copiatura", che comandi il movimento di accosto della slitta al paramento.

Tali macchine dovranno quindi essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di pre-regolazione della velocità operativa con comando e controllo a distanza e di sistemi sicurezza e protezione contro la proiezione del materiale demolito.

L'Impresa dovrà provvedere inoltre all'installazione di carter o pannellature protettive metalliche poste sulla parte posteriore dell'attrezzatura

ENRICO DUSI STUDIO

demolitrice atte a evitare la proiezione di materiale all'esterno dell'area di lavoro.

L'Impresa dovrà provvedere inoltre all'installazione di una unità di sedimentazione tipo cont sed 100 della Falch o similare, capacità 7000 litri, per il filtraggio dell'acqua utilizzata nel corso dell'idrodemolizione prima dello scarico nel sistema di raccolta esistente.

Sono compresi gli elementi di collegamento alla macchina demolitrice e allo scarico, quali tubi, pompe, giunzioni, ecc. di adeguate dimensioni e caratteristiche. Compresa la manodopera per la movimentazione del materiale e ogni altro onere.

7.2 IDRODEMOLIZIONI CON LANCIA

In questo caso l'intensità dell'energia applicata viene determinata dall'operatore al fine di conseguire l'asportazione del calcestruzzo corticale negli spessori preposti, con eventuali successive passate nelle zone di maggiore resistenza; tale modalità operativa implica un più frequente controllo della qualità del supporto raggiunto.

L'operazione verrà eseguita con lancia che garantisca un getto d'acqua avente portata variabile sino a 25 lt/minuto e pressione variabile sino a 2500 atm.

La lavorazione dovrà essere eseguita senza compromettere l'integrità e l'ancoraggio dei ferri d'armatura messi a nudo nonché l'integrità strutturale del calcestruzzo limitrofo non demolito.

7.3 CONTROLLO DELLE ACQUE DI SCARICO

Dovrà essere previsto il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti delle tabelle contenute nell'Allegato 5 alla Parte terza del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Per questo motivo, è prevista l'installazione di una unità di sedimentazione tipo cont sed 100 della Falch o similare, capacità 7000 litri, per il filtraggio dell'acqua utilizzata nel corso dell'idrodemolizione prima dello scarico nel sistema di raccolta esistente.

7.4 OPERAZIONI DI CONTROLLO

Le operazioni di controllo del risultato ottenuto prevedono:

- la misura sistematica degli spessori rimossi;
- la misura della resistenza del calcestruzzo messo a nudo con metodi valutativi della qualità "a vista" e mediante martellinatura; la D.L. potrà esigere il controllo della resistenza del calcestruzzo messo a nudo con metodo sclerometrico.

Si prescrive espressamente che l'impresa, prima di avviare la ricostruzione, esegua una ricognizione con la direzione lavori, verificando e verbalizzando l'idoneità della parete alla ricostruzione, in particolare in funzione della totale assenza di parti incoerenti.

Situazioni singolari, che evidenzino ulteriori opportunità di approfondimento del processo di asportazione, saranno segnalate alla Direzione Lavori. L'impresa è tenuta inoltre, in presenza di anomalie geometriche, e comunque di situazioni che possano in qual modo implicare un aggravio di costo, a significare le circostanze alla D.L. e documentarle previamente alle azioni necessarie.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 8 PUNTELLAZIONI E SBADACCHIATURE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Le puntellazioni e sbadacchiature per garantire la stabilità delle strutture durante i lavori, sia per il sostentamento delle facciate a svuotamento avvenuto, sia per realizzare l'appoggio superiore ai diaframmi in fase di scavo, sia per l'apertura di vani al fine di inserire strutture di calcestruzzo o di acciaio nelle murature, ed in generale durante l'esecuzione di opere di sottomurazione, o di trivellazioni di pali, potranno essere eseguite con legno o acciaio a seconda delle necessità e delle prescrizioni della Committente.

Dette puntellazioni dovranno essere dimensionate e conformate in modo da garantire che durante le operazioni di messa in opera, durante il periodo di utilizzazione, durante l'operazione di smontaggio, non si verifichino cedimenti e fessurazioni nelle aperture. L'Impresa dovrà pertanto a sua cura e spese redigere e presentare per l'approvazione alla Committente, prima dell'inizio dei lavori, le verifiche di calcolo e i disegni esecutivi delle puntellazioni e le verifiche di stabilità delle strutture sostenute, con riferimento alle varie fasi operative.

Qualora detta relazione di calcolo fosse già stata fornita dalla Committente, l'Appaltatore dovrà eseguirne la verifica a mezzo di ingegneri di sua fiducia, documentare per iscritto le eventuali osservazioni in contrasto, ed assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto quanto dell'esecuzione dell'opera.

Resta in ogni caso stabilito che l'Appaltatore non è in alcun modo esonerato dalle responsabilità derivanti a norma di legge e di contratto, malgrado i controlli e le progettazioni eventualmente fornitigli dalla Committente, rimanendo esso il solo responsabile dei danni di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che dovessero derivare alle persone o cose, anche di terzi, per deficienza di calcolo e di esecuzione delle puntellazioni stesse.

Si stabilisce fin d'ora che le caratteristiche del suolo non dovranno essere ritenute peggiori a quelle espresse nelle indicazioni seguenti:

- profondità dello strato su cui poggiano le strutture fondazionali delle puntellazioni > 1,50 m
- angolo di attrito > 18°
- tensione ammissibile 0,4 km/cm²

e che valutazioni in difetto dovranno essere comunque dimostrate con prove geotecniche.

In ogni caso si dovrà sempre attentamente valutare il cedimento delle strutture fondazionali della puntellazione al fine di garantire l'integrità delle strutture da puntellare.

8.1 PUNTELLAZIONI IN LEGNO

Le puntellazioni di legno dovranno essere eseguite con legname di abete o larice, delle sezioni minime di cm. 19x21 per i ritzi, dormienti, longheroni o saettoni. Il collegamento dei vari elementi dovrà essere opportunamente effettuato con briglie di tavole e coprigiunti chiodati e all'occorrenza con ferramenta per collegamento dei giunti, fissati con chiodi a mano o con viti mordenti. La messa in forza dovrà essere effettuata con cunei e cuscinetti di appoggio in larice o rovere nella quantità occorrente, i quali una volta messi in sito e forzati, dovranno essere fissati. Dovrà essere curata la sorveglianza delle puntellazioni affinché per effetto di ritiro del legname non si verifichino allentamenti dei cunei. Le operazioni di smontaggio dovranno avvenire solo dopo che le strutture eseguite siano maturate e verificate come atte a sostenere gli sforzi definitivi massimi da prevedere loro applicati.

8.2 PUNTELLAZIONI DI CARPENTERIA METALLICA

Tutte le puntellazioni di acciaio dovranno essere conformi, anche se trattasi di opere provvisorie, alle prescrizioni di Capitolato inerenti alle "Strutture portanti di carpenteria metallica". Nel prezzo delle puntellazioni di carpenteria metallica sono compresi gli oneri per l'esecuzione dei mutui ancoraggi muratura-puntellazioni, la formazione di eventuali aperture di brecce nelle murature, eventuali rimozioni provvisorie dei mutui ancoraggi per consentire l'esecuzione di determinate categorie di lavoro, nonché i ponteggi provvisori necessari per il montaggio delle puntellazioni stesse oltre a qualsiasi altro onere necessario per dare la struttura provvisoria completa ed atta ad assolvere il compito ad essa affidato.

8.3 PUNTELLAZIONI CON MARTINETTI A VITE

Le puntellazioni in acciaio dovranno essere eseguite con puntelli di tondi di acciaio del diametro minimo di 28 mm. Opportunamente filettati da un lato e provvisti di dado. L'appoggio delle murature da puntellare deve essere effettuato mediante piastre e contropiastre di acciaio dello spessore minimo di 10 mm. con interposto uno strato di malta cementizia forte, atta a garantire l'uniformità dell'appoggio. La messa in forza dovrà essere effettuata mediante l'avvitamento del bullone con chiave fissa a braccio lungo. La messa in forza dei puntelli in acciaio, che potranno essere a semplice o a doppia colonna, dovrà essere preceduta dal taglio della porzione di muratura occorrente per l'inserimento del martinetto, previo accertamento che la consistenza della struttura muraria di appoggio sia idonea al sostentamento del carico concentrato sul martinetto stesso. Una volta eseguita e maturata l'opera definitiva, per cui e' occorsa la puntellazione si procederà alla rimozione del martinetto mediante taglio della muratura sovrastante o sottostante per la minima quantità occorrente all'estrazione delle piastre o colonne, avendo preso la precauzione di proteggere queste ultime con opportune camicie distanziatrici. Nel caso invece che il martinetto fosse lasciato a perdere nella struttura, dovrà essere curato che le parti metalliche siano opportunamente protette, preventivamente, da azioni corrosive mediante vernici antiruggine e che ad opera ultimata esse non risultino sporgenti dalla struttura.

ENRICO DUSI STUDIO

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 9 OPERE PROVVISORIALI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Come stabilito dall'art. 122 del Testo Unico, nei lavori che sono eseguiti ad un'altezza superiore ai 2,00 ml, devono essere adottate, seguendo lo sviluppo dei lavori stessi, adeguate impalcature o ponteggi o idonee opere provvisorie o comunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose conformemente al punto 2 dell'allegato XVIII del medesimo Testo Unico.

Nei cantieri in cui vengono usati ponteggi deve essere tenuta ed esibita, a richiesta degli organi di vigilanza, copia dell'autorizzazione alla costruzione ed all'impiego degli stessi, ai sensi del comma 6 dell'articolo 131 del Testo Unico e copia del piano di montaggio, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.), i cui contenuti sono riportati nell'allegato XXII del Testo Unico.

E' obbligo dell'impresa assicurarsi che:

- lo scivolamento degli elementi di appoggio del ponteggio sia impedito tramite fissaggio su una superficie di appoggio, o con un dispositivo antiscivolo, oppure con qualsiasi altra soluzione di efficacia equivalente;
- i piani di posa dei predetti elementi di appoggio abbiano una capacità portante sufficiente;
- il ponteggio sia stabile;
- dispositivi appropriati impediscano lo spostamento involontario dei ponteggi su ruote durante l'esecuzione dei lavori in quota;
- le dimensioni, la forma e la disposizione degli impalcati di un ponteggio siano idonee alla natura del lavoro da eseguire, adeguate ai carichi da sopportare e tali da consentire un'esecuzione dei lavori e una circolazione sicure;
- il montaggio degli impalcati dei ponteggi sia tale da impedire lo spostamento degli elementi componenti durante l'uso, nonché la presenza di spazi vuoti pericolosi fra gli elementi che costituiscono gli impalcati e i dispositivi verticali di protezione collettiva contro le cadute;
- le parti di ponteggio non pronte per l'uso siano evidenziate, in particolare durante le operazioni di montaggio, smontaggio o trasformazione, mediante segnaletica di avvertimento di pericolo generico e delimitandole con elementi materiali che impediscano l'accesso alla zona di pericolo, ai sensi del titolo V del Testo Unico.

9.1 PONTEGGI IN LEGNO

Sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo.

I montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reglette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traverse in legno).

Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un metro.

L'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml. 1,20 l'ultimo piano del ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore ai metri 3,60.

L'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti.

I correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanza non superiore a due metri, dovranno poggiare su "gattelli" di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (aggancia ponti).

La distanza fra due traversi consecutivi (poggiate sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml. 1,20.

Gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituiti da elementi prefabbricati costituiti da materiali metallici o da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, aventi fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza).

Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm.

I parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dal tavolato.

Le tavole fermapiè, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

9.2 PONTEGGI METALLICI

L'Appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere. Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall'art.14 del D.P.R. 07.01 .56 n. 164; in particolare il ponteggio dovrà essere costituito tutto da elementi provenienti da una unica casa costruttrice.

Le aste di ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con

superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta; dovranno avere tutte impresso il marchio della casa costruttrice di provenienza.

L'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico. La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante.

I ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione.

ENRICO DUSI STUDIO

I giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento.

I montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml. 1,80 da asse ad asse.

Per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto.

Gli intavolati lignei andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

9.3 PUNTELLI

Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie o di terreno o di strutture in genere che si presentano fatiscenti, o in fase di realizzazione e per la loro messa in sicurezza in generale. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno. Per produrre un'azione di sostegno, l'Appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento d'adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L..

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L..

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

9.4 CENTINE

Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'Appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina)

che, sufficientemente solida, resistente al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

9.5 CESTELLO ELEVATORE

In caso di lavori in quota, eseguiti a un'altezza superiore ai 2,00 ml, possono essere utilizzate piattaforme di lavoro elevabili. Saranno scelte le attrezzature di lavoro più idonee a garantire e mantenere condizioni di lavoro sicure e con dimensioni confacenti alla natura dei lavori da eseguire, alle sollecitazioni prevedibili e ad una circolazione priva di rischi; inoltre, si dovrà verificare che il posizionamento e l'utilizzo della piattaforma siano effettuati in conformità alle istruzioni d'uso.

L'utilizzo delle piattaforme è riservato ai lavoratori allo scopo incaricati che abbiano ricevuto una preventiva informazione, formazione e addestramento adeguati. Nell'utilizzo delle piattaforme è obbligatorio l'uso degli idonei dispositivi di protezione individuali per prevenire il rischio di sbalzamento fuori dal cestello.

I requisiti minimi di cui devono essere dotate le piattaforme elevatrici sono:

- dimensione minima trasversale della piattaforma non inferiore a 0,50 metri, provvista, su tutti i lati, di protezione rigida solidamente fissata alla base e costituita da almeno un parapetto di altezza non inferiore a 1 metro dotato di corrimano, uno o più correnti intermedi in modo da presentare uno spazio libero verticale non superiore a 0,50 metri e una fascia di arresto al piede di altezza non inferiore a 0,15 metri, passaggio per l'accesso dotato di chiusura non apribile verso il basso o verso l'esterno e richiudibile automaticamente;
- inclinazione del carro di base rispetto al piano orizzontale nei limiti previsti dal costruttore; la piattaforma deve in ogni caso risultare automaticamente livellata con una tolleranza rispetto al piano orizzontale di 5°;
- dotazione di chiave per commutazione comandi a terra/comandi sul cestello (la manovra contemporanea da posti diversi non è consentita);
- dotazione di dispositivi di recupero del personale a bordo della piattaforma in caso di mancanza di alimentazione o di malore degli operatori e di dispositivo di ARRESTO DI EMERGENZA con priorità su tutti gli altri comandi.

Le macchine per il sollevamento o lo spostamento di persone devono essere di natura tale da:

- evitare i rischi di caduta dall'abitacolo, se esiste, per mezzo di dispositivi appropriati;
- evitare per l'utilizzatore qualsiasi rischio di caduta fuori dell'abitacolo, se esiste;
- escludere qualsiasi rischio di schiacciamento, di intrappolamento oppure di urto dell'utilizzatore, in particolare i rischi dovuti a collisione accidentale;
- garantire che i lavoratori bloccati in caso di incidente nell'abitacolo non siano esposti ad alcun pericolo e possano essere liberati.

Nell'installazione e nell'utilizzo delle piattaforme di lavoro elevabili devono essere tenute in considerazione:

- le condizioni del terreno, che devono essere idonee a garantire la stabilità della macchina, sia per quelle funzionanti su stabilizzatori, sia per quelle che operano su ruote o cingoli; in ogni caso, è raccomandabile mettere sotto i piedi degli stabilizzatori, indipendentemente dalle condizioni apparenti del terreno, un elemento ripartitore, ad esempio di legno, in buone condizioni e di spessore adeguato;
- la presenza di ostacoli e di interferenze nell'area di lavoro, scegliendo un modello e tipo di macchina con dimensione adatta per il percorso di lavoro richiesto, studiando un percorso che eviti gli ostacoli e le interferenze, verificando che ci sia spazio sufficiente durante lo spostamento verso il punto di lavoro e procedendo a bassa velocità;
- le condizioni meteorologiche, evitando l'uso della piattaforma di lavoro elevabile in caso di avverse condizioni del tempo; infatti l'art. 111, comma 7, del D.Lsg. n. 81/2008 prescrive che siano effettuati i lavori temporanei in quota soltanto se le condizioni meteorologiche non mettono in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori, in particolare in caso di vento forte (indicativamente, la velocità limite del vento oltre la quale non è consentito l'uso del cestello è pari a 12,5 m/s);
- la presenza di linee elettriche; i lavori in prossimità di parti attive nude o non sufficientemente protette, devono avvenire a distanza di sicurezza, in funzione della tensione della linea elettrica, a meno che non siano state messe fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori o che siano stati posizionati ostacoli rigidi o barriere che impediscano l'avvicinamento alle parti stesse;

ENRICO DUSI STUDIO

- l'illuminazione e la ventilazione, da garantire;
- la segnalazione dei pericoli a terra, per evitare il rischio di investimento o di caduta dall'alto di carichi nell'area in proiezione a terra dei movimenti possibili della piattaforma, segregando opportunamente tutta l'area di lavoro.

9.6 BLINDAGGIO DEGLI SCAVI

Per blindaggio scavo s'intende l'attrezzatura metallica atta a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni, sia dentro che a bordo degli scavi stessi. Esso sarà costituito essenzialmente da due sistemi d'attrezzatura qui di seguito espressi:

A. box di blindaggio quali cassoni autoaffondanti, premontati a bordo scavo, del tipo a ribaltamento oppure a traino, per scavi con profondità massima di ca. 4 m.

B. moduli di blindaggio del tipo con guide di scorrimento a semplice o a doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli, man mano che si procede nello scavo, per scavi con profondità maggiori di 4 m. Questi moduli di blindaggio si possono impiegare anche "a cassa chiusa" per la realizzazione di vasche interrato, di pozzi di spinta o di arrivo per spingi tubo: basta aggiungere alla dotazione prevista per lo scavo in trincea quattro guide d'angolo di lunghezza pari alla profondità di scavo, così da realizzare un blindaggio chiuso su tutte e quattro le pareti dello scavo. Entrambi i sistemi sono dotati di distanziatori metallici regolabili nel numero e nelle dimensioni. Sia i pannelli, che i distanziatori sono costruiti in base a opportuni calcoli statici a seconda della natura del terreno e della profondità di scavo, tenendo anche conto di eventuale presenza d'acqua di falda e di edifici contigui allo scavo o di traffico stradale a bordo scavo.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

L'impiego di attrezzatura di blindaggio dello scavo sarà compensato a metro quadro di parete di scavo effettivamente salvaguardata, in particolare per scavi con profondità superiore a 1.50 m; in conformità al D.P.R. n° 164 del 07.01.1956/Cap. III * Par. 12-13-14-15

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 10 AGGOTTAMENTI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le normative cogenti a livello nazionale in merito ai contenuti delle presenti prescrizioni; a queste si aggiungeranno tutte le norme e le istruzioni tecniche non cogenti che potranno essere applicate. In particolare dovranno essere rispettate le seguenti norme:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988,
- Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988,
- UNI EN ISO 9969:1992,
- UNI EN ISO 10319:1998.

Per tutte le opere di aggottamento, l'Appaltatore dovrà ottemperare le prescrizioni riportate nel seguito.

Durante l'aggottamento l'Appaltatore dovrà monitorare l'efficienza del sistema di pompaggio, registrando anche le portate emunte e controllando la loro compatibilità con i valori previsti da progetto. La potenza degli impianti predisposti dall'Appaltatore dovrà essere adeguata allo smaltimento delle portate. Sarà onere dell'Appaltatore lo smaltimento dei quantitativi di acqua emunta in adeguati recapiti (fossi, scoli, canali, etc.).

L'Appaltatore dovrà predisporre gli impianti di emungimento in modo adeguato al fine di raggiungere i livelli piezometrici di depressurizzazione previsti da progetto.

Durante le operazioni di pompaggio l'Appaltatore dovrà predisporre un sistema di monitoraggio dell'andamento della superficie piezometrica mediante la collocazione di piezometri per il rilevamento del livello di falda. Tali dispositivi dovranno essere disposti, in particolare, in prossimità di manufatti edili ed infrastrutturali presenti nel raggio d'influenza degli emungimenti. Nel caso in cui i livelli di abbassamento della superficie piezometrica siano superiori a quelli previsti, si dovrà verificare la loro compatibilità con le opere in progetto e con i manufatti presenti in prossimità dell'opera stessa.

I monitoraggi previsti per i manufatti e le opere infrastrutturali presenti in prossimità dell'opera sono validi anche per l'eventuale presenza di colture, vegetazioni, o specie arboree di particolar pregio che a causa degli emungimenti possono subire dei danni.

Durante le operazioni di aggottamento dovrà essere monitorato il trasporto di materiale fino, al fine di non avere asportazione di terreno nell'intorno dell'area interessata dal pompaggio.

Al fine di salvaguardare l'efficienza statica degli eventuali edifici in vicinanza delle opere in progetto dovrà essere predisposta un'adeguata campagna di monitoraggio delle deformazioni del piano campagna, delle eventuali paratie di sostegno e dei cedimenti delle fondazioni dei fabbricati e delle opere infrastrutturali.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i "limiti di attenzione" (limiti a partire dai quali sarà necessario un'intensificazione delle misure dei monitoraggi) e "limiti di allarme" (limiti dopo i quali è necessario interrompere le attività di cantiere per eseguire interventi correttivi e/o integrativi alle opere) delle deformazioni per i diaframmi da tener presente in fase di esecuzione dei diaframmi stessi.

Controlli	Strumenti e misure	Criteri	
		Attenzione	Allarme
Spostamenti (orizzontali) in testa delle paratie	Misure topografiche con mire ottiche a riflessione collocate sopra la trave di coronamento	0.8 x Dcalcolo	1.2 x Dcalcolo

Dovendosi prevedibilmente misurare spostamenti dell'ordine di qualche millimetro, risulta senz'altro impiegabile una stazione totale ($\pm 0,1$ mm) che riferisca gli spostamenti di mire ottiche applicate alle strutture (scotch- light) in elevazione rispetto a punti al di fuori dell'ambito di influenza dell'intervento (edifici ragionevolmente non influenzati dalle opere perché distanti).

Per gli edifici sarà opportuno stabilire anche un congruo numero di basi per l'esecuzione di una livellazione geometrica di alta precisione ($\pm 0,1$ mm) con riferimento a caposaldi in zona stabile, onde verificare con maggior precisione l'entità degli spostamenti verticali assoluti e relativi.

Qualora si verificassero spostamenti a "livello di attenzione" dovrà essere incrementata, durante la prosecuzione degli scavi, la frequenza del monitoraggio degli spostamenti dei fabbricati in vicinanza alla zona soggetta a emungimento.

Nel caso che gli spostamenti raggiungano il "livello di allarme" dovranno essere interrotti gli aggottamenti e predisposto l'inserimento di ulteriori interventi provvisori con un monitoraggio protratto nel tempo dei cedimenti verificando l'avvenuto assestamento.

Prima della successiva ripresa dei lavori, oltre alla predisposizione di un idoneo piano di avanzamento, se necessario si effettueranno interventi di consolidamento delle fondazioni prospicienti valutando opportunamente le modalità esecutive (per esempio con iniezioni di resine poliuretatiche espansive o cementi micronizzati).

10.1 POZZI DI AGGOTTAMENTO

I pozzi per l'aggottamento delle acque di falda sono realizzati mediante le seguenti fasi:

- perforazione;
- posa delle tubazioni definitive e dei filtri;
- formazione eventuale del dreno;

ENRICO DUSI STUDIO

- cementazione ed isolamento;
- sviluppo.

10.1.a Perforazione

I metodi di perforazione per i pozzi possono essere suddivisi nelle due seguenti categorie principali:

- metodi di perforazione a percussione;
- metodi di perforazione a rotazione (a circolazione diretta o inversa).

Nel caso delle falde freatiche molto superficiali si possono usare anche altri metodi; che verranno descritti a parte.

La perforazione dovrà avere un diametro massimo di 620 mm.

METODO A PERCUSSIONE

Questo sistema si basa sulla frantumazione e asporto del terreno mediante un utensile molto pesante (sonda e/o benna), collegato ad un cavo di acciaio il quale batte ritmicamente sul fondo (sonda) o fatto cadere al fondo da una certa altezza (benna); il tutto comandato da un organo meccanico a caduta libera.

Man mano che avanza la perforazione si fa scendere una tubazione di perforazione in modo da sostenere le pareti dello scavo o preforo; tale tubazione può essere infissa nel terreno in modi diversi:

- con giracolonna: consiste in una morsa idraulica molto pesante, che fa ruotare alternativamente la tubazione di perforazione, favorendo la discesa sia per diminuzione dell'attrito laterale sia per il proprio peso. In questo caso si utilizzano tronchi di tubo a saldare;
- per gravità: la tubazione di perforazione discende nel terreno o per proprio peso o, più frequentemente, battendola tramite la sonda alla sua sommità, unita di una falsa testa. In questo caso si usano tubi filettati;
- per in fissione: la tubazione di perforazione viene infissa nel terreno mediante due martinetti oleodinamici inversi che tirano verso il basso la tubazione. Questa rimane in opera come tubazione di rivestimento. Tale metodo è andato in disuso perché crea dei problemi nel momento in cui si devono creare i filtri in opera. In questo caso si usano tubi a saldare.

Per quanto riguarda i tipi di terreno da perforare, il metodo a percussione dà buoni risultati in presenza di terreni incoerenti e di terreni argillosi, più o meno duri; comunque è possibile utilizzarlo anche in presenza di terreni granulari, più o meno cementati (arenarie e conglomerati) ad in rocce molto tenere (calcarei). È un metodo molto lento e non conveniente per profondità superiori ai 120÷150 m.

SISTEMA A ROTAZIONE A CIRCOLAZIONE INVERSA

In questo sistema una testa idraulica mette in rotazione una batteria di aste alle estremità delle quali è posto uno scalpello di disegno diverso a seconda dei terreni interessati. Il terreno frantumato, con azione di taglio, viene portato in superficie dal fluido che risale attraverso le aste per effetto air-lift.

I detriti si depositano in superficie in grandi vasche di circolazione. Il fluido viene quindi fatto scendere nell'intercapedine esistente tra il preforo e le aste. Il fluido ha anche funzioni di stabilizzazione ed impermeabilizzazione temporanea delle pareti del foro.

Il sistema è particolarmente adatto alla realizzazione di grandi diametri di perforazione. La potenza complessiva necessaria per eseguire i diametri ordinari dei pozzi per acqua, raramente superiori a 1000÷1200 mm, risulta molto elevata rispetto ad altri sistemi di perforazione a rotazione.

Data la complessità dell'impianto cantiere, il sistema è poco adatto alle piccole profondità ed è normalmente sconsigliato al di sotto dei 70÷80 cm. È invece adatto alle perforazioni di terreni incoerenti, a granulometria piccola e media o anche in presenza di ciottoli che possano passare all'interno delle aste di perforazione senza essere frantumati. In queste condizioni di impiego lo scalpello ha solo azione di taglio e l'avanzamento è velocissimo. Molto impegnativo, e di fatto non utilizzato per la perforazione in roccia.

L'applicazione ottimale di questo sistema è in terreni alluvionali con profondità compresa tra 100 e 400 m da eseguirsi con diametri compresi tra 500 e 1200 mm.

SISTEMA A ROTAZIONE A CIRCOLAZIONE DIRETTA A FANGO

Come per il sistema appena descritto, la batteria di aste muove uno scalpello "tricono" il quale per azione di percussione/taglio frantuma il terreno.

Quest'ultimo è riportato in superficie dal fango che, iniettato all'interno delle aste di perforazione, fuoriesce dallo scalpello e risale in superficie nell'intercapedine tra le aste ed il foro. Il fango che risale in superficie (velocità bassa: 0.2÷0.5 m/s) forma un pannello di stabilizzazione e impermeabilizzazione temporanea delle pareti della perforazione. I detriti giunti in superficie vengono separati dal fango con metodi meccanici. Quasi sempre con il poco efficiente metodo della sedimentazione. Il fango viene quindi reimmesso in circolazione da una pompa a pistoncini che lo inietterà all'interno delle aste fino agli ugelli dello scalpello.

La sezione dell'intercapedine tra aste e preforo cresce con il quadrato del diametro dello scalpello. Il costo, all'aumento della portata della pompa, cresce quindi rapidamente, sia per le potenze in gioco sia per le dimensioni delle attrezzature impiegate. Tale sistema è quindi conveniente sui diametri relativamente piccoli.

I diametri degli scalpelli possono arrivare fino a 26" (660 mm). I più usati si limitano a 8" Y2 (216 mm), 12" 1/4 (311 mm), 17" Y2 (444 mm) e 14" 3/4 (375 mm).

Il sistema offre ottime velocità di avanzamento e consente di perforare in tutti i tipi di terreni, ad eccezione che in rocce fratturate, a causa dell'eccessivo assorbimento di fluido. In questi casi si dovrà ricorrere al martello fondo foro.

PERFORAZIONE AD ARIA COMPRESSA E MARTELLO FONDO FORO

Il sistema di perforazione del presente metodo è analogo a quello della circolazione diretta. Il fango bentonitico è sostituito dall'aria compressa alla quale talvolta vengono aggiunti schiumogeni che favoriscono la pulizia del preforo e diminuiscono il consumo dell'aria.

Il sistema è adatto prevalentemente ai terreni coerenti. In presenza d'acqua il battente piezometrico può essere penetrato solo per 100÷200 m, in ragione della pressione attualmente disponibile con gli attuali compressori in commercio.

Le profondità raggiungibili sono anche di molte centinaia di metri. È tuttavia necessario che non si formi un battente di acqua che prevalga sulla pressione del compressore. I diametri di perforazione consigliati sono 12" 1/4 ± 14" 3/4. Oltre tali diametri l'incidenza del costo dei compressori (consumi) si rende il sistema poco conveniente. Anche in presenza di schiumogeni che possono ridurre di un terzo il consumo d'aria.

PERFORAZIONE PER CAROTAGGIO CONTINUO

Questo metodo è utilizzato per la perforazione dei pozzi poco profondi e di piccolo diametro. Viene utilizzato come utensile di scavo un tubo munito al fondo di una scarpa tagliente, il tutto collegato ad una batteria di aste da perforazione.

ENRICO DUSI STUDIO

Lo scavo ha una sezione anulare mentre la parte centrale del terreno o roccia rimane intatta (carota). Il carotiere è formato da un tubo (barra da nucleo) molto lungo (4±8 m) con sul fondo, avvitata, la scarpa tagliente (taglione). Sopra la barra da nucleo vi è un altro tubo (calice) aperto in alto, dove si depositano i detriti della perforazione. Il tutto collegato alla batteria delle aste di perforazione. I taglioni possono essere di vario tipo, a diamante, a widia, a graniglia e a denti.

La perforazione viene fatta a circolazione diretta dell'acqua. I detriti vengono sollevati dal fondo del pozzo e portati alla sommità del tubo calice dove, aumentando la sezione dell'intercapedine e diminuendo la velocità ascensionale dell'acqua, precipitano e si depositano.

Nel caso di perforazione in terreni incoerenti o poco coerenti, è consigliabile usare il doppio carotiere. Esso è formato da due tubi:

- tubo esterno: è collegato al taglione e ruota con la batteria di aste. Deve avere un grande diametro in quanto il suo diametro interno deve essere uguale a quello del tubo portacarota;
- tubo interno (portacarota): collegato al manicotto di giunzione mediante un cuscinetto a sfere, rimane fermo durante la perforazione. All'estremità inferiore del tubo carota e al suo interno, c'è un cestello a molle per trattenere la carota.

BUCKET

Questo sistema è impiegato per la costruzione di pozzi freatici rivestiti con tubi di cemento di ϕ 1.0 m. Le profondità raggiunte non sono in genere elevatissime 6.0+7.0 m e sono legate al metodo di scavo impiegato.

Questo può infatti essere eseguito con una benna mordente applicata al braccio di un escavatore o utilizzando la perforazione a rotazione.

POZZI BATTUTI

Quando il livello della falda freatica è superficiale e il terreno è costituito da ghiaia o sabbia, si può infiggere un tubo già finestrato battendolo con un maglio adeguato. Lo sviluppo attorno al filtro del pozzo avverrà con la formazione di un dreno naturale.

POZZO NORTON O MACRO WELL POINT

Nelle condizioni descritte al punto precedente, quando il terreno è costituito prevalentemente da sabbia sciolta, è possibile infiggere direttamente il tubo del pozzo (ϕ 4"), già dotato della parte filtrante.

La posa avviene, come nel tradizionale metodo di infissione dei well point, con l'ausilio di una motopompa centrifuga autoadescante di elevata prevalenza.

L'acqua che fuoriesce dal filtro rimuove il terreno favorendo una discesa del pozzo nel terreno. Il materiale rimosso risale parzialmente in superficie, lungo lo spazio anulare tra il pozzo e il terreno.

ELICA CAVA

Questa tecnologia di perforazione consente di eseguire piccole perforazioni a secco e di posare la tubazione definitiva.

In fase di recupero è possibile eseguire un modesto drenaggio e cementare il tratto superficiale.

10.1.b Posa delle tubazioni definitive e dei filtri

Eseguita la perforazione, si procede alla posa della tubazione definitiva e dei filtri. La tubazione ed il filtro vengono calati coassialmente al preforo, utilizzando elementi centratrici in acciaio, posti in corrispondenza del filtro. In funzione del tipo di pozzo da realizzare le tubazioni possono essere di acciaio a norme UNI, di acciaio a norme API (studiati per la perforazione petrolifera), di PVC e di materiali plastici.

La velocità dell'acqua all'interno del pozzo non deve superare i 3 cm/s. valore per il quale risultano minime le perdite di carico, riducendo i fenomeni di incrostazione, corrosione ed erosione.

Tra i vari tipi di filtro si annoverano quelli:

- a ponte: sono i più diffusi, realizzati da una lamiera di acciaio sulla quale, per punzonatura, sono realizzati dei piccoli ponticelli con luci di passaggio comprese tra 0.8 e 0.3 mm. Successivamente, la lamiera viene calandata e saldata;
- a spirale continua: hanno una elevata superficie filtrante e la geometria della spirale limita i fenomeni di intasamento consentendo sviluppi efficaci. Questo tipo di filtro è realizzato da un filo a profilo triangolare, avvolto e saldato a barrette verticali di supporto;
- fresati sul corpo del PVC o PE (polietilene): si hanno in genere basse superfici filtranti e forti percentuali di intasamento dovuta alle pareti parallele delle aperture che sono inoltre di spessore elevato;
- eseguiti in opera: i filtri sono realizzati con un punzonatore meccanico o idraulico. Questi filtri hanno il limite di una percentuale di apertura bassissima oltre che di una grossolana imprecisione delle dimensioni delle luci. Questo tipo di filtro è pertanto utilizzabile solo in acquiferi matrice grossolana e per i pozzi nei quali si trascura il parametro dell'efficienza.

Il diametro del tubo di rivestimento del pozzo è legato alla portata del pozzo stesso. La verifica va effettuata su tre parametri:

- ingombro della pompa: la corona circolare tra la pompa e la tubazione di rivestimento dovrà avere uno spessore minimo di 25 mm per aumentare proporzionalmente all'incremento della portata.
- ingombro delle flange della tubazione di mandata: dovrà consentire la protezione del cavo elettrico e la discesa di un freatometro o di sonde di livello;
- velocità di flusso: è opportuno rispettare i limiti nella velocità di flusso per non incorrere in perdite di carico eccessive.

La lunghezza della tubazione filtrante deve essere valutata sulla base delle caratteristiche idrauliche, geologiche e giaciture dell'acquifero da captare.

Per quanto concerne invece il dreno artificiale da utilizzare, quando questo sia necessario, si dovrà provvedere ad una selezione granulometria e della composizione mineralogica (vedasi capitolo Materiale drenante).

Dopo avere eseguito il pozzo si procederà alla sua cementazione per consentire l'isolamento dei livelli dei livelli acquiferi dalla superficie e fra loro stessi. L'isolamento potrà avvenire con l'uso di boiaccia di cemento, di argilla in cilindretti.

Il lamierino dovrà avere un diametro massimo di 406 mm e spessore 5 mm.

10.1.c Materiale drenante

Si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2 e 25 mm circa. La granulometria del fuso sarà commisurata alla natura e alla granulometria del terreno incontrato. Il materiale lapideo dovrà essere pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, non gelivo e inalterabile all'acqua.

In ogni caso la granulometria del materiale drenante dovrà soddisfare le seguenti condizioni:

$D_{15}/d_{85} < 4 < D_{15}/d_{15}$

$2 < D_{60}/D_{10} < 5$

dove d indica il diametro dei grani del terreno e D il diametro dell'inerte.

ENRICO DUSI STUDIO

10.1.d Sviluppo dei pozzi

Lo sviluppo dei pozzi consiste in un insieme di operazioni che hanno l'obiettivo di raggiungere la massima efficienza del pozzo e l'eliminazione del trascinamento di sabbia o di impurità presenti nella falda captata. Gli esiti dello sviluppo sono legati alle procedure adottate per questa operazione ma determinati anche da una corretta progettazione del pozzo (perforazione, dimensionamento di filtro e dreno, corretta esecuzione dei diversi interventi). Le due principali operazioni che devono essere eseguite per ottenere uno sviluppo efficace del pozzo, sono l'eliminazione dei ponti di sabbia in prossimità del pozzo e l'emungimento con una portata nettamente superiore alla portata ottimale del pozzo.

Nel primo caso la rottura della selezione dei grani, che inevitabilmente si forma con il pompaggio dell'acqua verso il pozzo si ottiene con l'inversione del moto dell'acqua, dal pozzo all'aquifero. I metodi più usati sono il pistonaggio, il pompaggio, l'air-lift, il lavaggio con ugelli.

Nel secondo caso, il pompaggio con air-lift o elettropompa sommersa è fondamentale per verificare la stabilizzazione del dreno, ottenuta con il pistonaggio. Per evitare usure elevate alle pompe è preferibile utilizzare l'air-lift. Tuttavia, quando il livello statico è molto profondo e l'immersione modesta, il sistema perde efficienza. In questo caso si ricorre all'impiego di un'elettropompa sommersa per completare lo sviluppo.

10.2 PUNTE FILTRANTI WELL POINT

L'impianto well point è costituito da una serie di pozzi di diametro variabile (generalmente 1" 1/2) e lunghezza adeguata alle specifiche esigenze, connessi ad una pompa centrifuga autoadescante mediante una serie di collettori, raccordi e tubi di collegamento.

Ogni singolo elemento well point è costituito da una tubazione chiusa, alla cui estremità inferiore è posizionato un filtro attraverso il quale avviene l'emungimento dell'acqua dal terreno. La lunghezza e le caratteristiche dei filtri sono strettamente legate al tipo di terreno nel quale si effettua il pompaggio. Il collettore di aspirazione ha generalmente un diametro di 150 mm; i manicotti flessibili di collegamento, si 50 mm. Questi ultimi sono dotati di spirale in acciaio incorporata, in grado di mantenere la piena sezione del tubo flessibile quando il sistema è in depressione.

Per quanto concerne i materiali costruttivi, il collettore è realizzato con tubi in acciaio zincato e raccordi rapidi sferici di collegamento, mentre le tubazioni flessibili possono essere di PVC o di gomma-tela. L'impiego di impianti well point installati permanentemente o per lunghi periodi in acque salmastre, può richiedere l'uso di collettori e well point realizzati in HDPE.

La pompa asservita all'impianto (elettropompa e motopompa) è del tipo centrifugo autoadescante, con pompa del vuoto in gradi di evacuare in funzione del modello, una portata d'aria compresa tra 90 e 150 m³/h.

10.2.a Prescrizioni

Lo studio di un intervento di drenaggio dovrebbe comprendere quanto riportato nel seguito.

La raccolta preliminare di tutta la documentazione relativa a sia alle caratteristiche costruttive del manufatto da realizzare sia all'idrogeologia dell'area interessata dai lavori.

L'esecuzione di un sopralluogo nel quale si verifichino le condizioni logistiche del cantiere. Sarà così possibile definire:

- la posizione planimetrica dell'impianto;
- la distanza dalle pompe dei punti (condotte fognarie, canali, ecc.) per lo scarico delle acque pompate dal terreno;
- la disposizione delle pompe e la disponibilità di potenza adeguata in cantiere;
- le condizioni al contorno dello scavo, come presenza di edifici, strade, ecc;
- gli eventuali rapporti tra l'acqua di falda e l'idrografia superficiale.

La definizione di un modello idrogeologico con previsione di massima delle portate da estrarre dai terreni. L'esecuzione di una prova di pompaggio preliminare che consente di:

- verificare la validità del modello idrogeologico teorico (portate emunte ed abbassamenti prodotti);
- identificare le migliori modalità di installazione dei well point (infissione diretta, uso di trivella, ecc);
- il dimensionamento finale dell'impianto con riferimento al numero di well point da impiegare, al loro interesse e alle caratteristiche delle pompe da asservire all'impianto well point.

10.2.b Modalità di installazione

Le modalità di installazione dei well point sono legate alle specifiche condizioni stratigrafiche e proprietà granulometriche dei terreni oggetto degli interventi di drenaggio. Di seguito viene elencata una serie di metodologie di installazione, legate alla natura dei terreni interessati dagli interventi di aggotamento.

TERRENI SABBIOSI

L'infissione dei well point nel terreno viene eseguita con l'impiego di una motopompa centrifuga autoadescante Jetting (Q max = 1000 l/min – H max = 70 m) che, attraverso delle manichette flessibili (ø 50 mm), invia acqua in pressione verso il well point posizionato per l'infissione. L'acqua attraversa il tubo di sollevamento e fornisce dal filtro well point sia lateralmente che frontalmente, con l'aertura di una valvola a sfera. Tale getto d'acqua in pressione produce la rimozione e la parziale asportazione in superficie del terreno attraversato. Questo favorisce la penetrazione del well point nel terreno per collocare il filtro alla profondità richiesta. Si tratta di una perforazione manuale a circolazione diretta d'acqua e a distruzione di nucleo.

Quando il well point viene messo in depressione la valvola collocata nel puntale del filtro si chiude favorendo l'ingresso dell'acqua dalle sole pareti laterali del filtro stesso.

TERRENI A GRANULOMETRIA FINE (LIMOSI O LIMOSO-SABBIOSI) O CON STRATIFICAZIONI ARGILLOSO-LIMOSE

In presenza di terreni a granulometria fine o con stratificazioni argillose, l'infissione dei well point è preceduta dalla realizzazione di un dreno verticale di sabbia (prefiltro) Ø 20 cm, all'interno del quale viene posato il well point. Tale dreno ha lo scopo di impedire l'ostruzione dei filtri ed inoltre costituisce una via preferenziale in grado di mettere in comunicazione strati a diversa permeabilità.

Il materiale drenante da mettere nel foro deve avere una granulometria uniforme. La scelta del materiale drenante può essere eseguita seguendo la relazione (Borniez – 1956):

$$d = 6 D_{60-80}$$

dove: d diametro del materiale drenante;

D60 diametro dei granuli corrispondenti alle ordinate del 60% della curva granulometria;

D80 diametro dei granuli corrispondenti alle ordinate del 80% della curva granulometria.

A risultati analoghi si arriva utilizzando la regola di Truelsen (1957):

$$d = (4+5) D_{75-85} \text{ se } U < 3$$

ENRICO DUSI STUDIO

$$d = (4+5) D90-95 \text{ se } 3 < U < 5$$

dove: D75-85 diametro dei granuli corrispondenti alle ordinate comprese tra 75% e 85% della curva granulometria;

D90-95 diametro dei granuli corrispondenti alle ordinate comprese tra 90% e 95% della curva granulometria;

U coefficiente di uniformità.

Per $U > 5$ esiste il rischio di asportazione dei sedimenti fini.

Inoltre, è possibile ricorrere alla relazione:

$$d = (4+6) D70$$

con il coefficiente 4 per i terreni uniformi e 6 nel caso di terreni non uniformi.

TERRENI SABBIOSI GHIAIOSI

Nei terreni sabbiosi-ghiaiosi, quando è ancora consentito l'impiego degli impianti well point, l'infissione dei micropozzi può avvenire nei modi seguenti:

- infissione tradizionale a getto d'acqua in pressione (solo se la componente sabbiosa è prevalente);
- posa con perforazione idraulica preliminare (se la componente ghiaiosa è prevalente).

Altre possono essere inoltre le metodologie di installazione adottate di volta in volta in funzione della composizione granulometria dei terreni oggetto dei lavori (trivelle ad elica azionate da motore idraulico, battipalo, vibratori pneumatici applicati alla testa dei well point).

TERRENI ROCCIOSI

I terreni rocciosi presentano una permeabilità per fatturazione o dissoluzione e non per porosità, inoltre l'acqua circola attraverso la roccia per vie difficili da individuare. Ne consegue l'impossibilità di impiegare con successo gli impianti well point in queste particolari condizioni operative.

10.2.c Scelta dei filtri

La scelta dei filtri da montare sui well point deve essere fatta sulla base dei seguenti parametri:

- granulometria dei terreni;
- valore stimato della portata da estrarre dal terreno.

Nei terreni sabbiosi si opera con filtri in rete di reps, ϕ 1"1/4 (31.75 mm) con passaggio 0.2 mm e lunghezza 0.65 m.

Nei terreni sabbiosi-ghiaiosi si utilizzano invece filtri con 32 aperture circolari ϕ 8 mm. In fase di pompaggio le aperture più elevate riducono le perdite di carico in corrispondenza al filtro, consentendo portate di emungimento superiori rispetto ai filtri per sabbia.

10.2.d Profondità di posa e di utilizzo

Generalmente le punte filtranti dovrebbero essere infisse ad una profondità minima, oltre il fondo dello scavo da drenare, pari a:

$$p = h + 1.5 \quad (\text{m})$$

dove p è la profondità di filtro dal piano campagna, e h è la profondità dello scavo dal piano campagna.

Lo schema indicato, valido in linea generale, dovrà essere verificato in base alle caratteristiche degli strati da drenare.

L'altezza massima di aspirazione vuotometrica di un impianto well point, in condizioni di perfetta efficienza, potrebbe essere di circa 8.7 m.

In tali condizioni di impiego le portate, però sarebbero fortemente ridotte. Infatti, per raggiungere profondità di scavo elevate, con abbattimenti del livello di falda superiori a 4+5 m, si ricorrerà alla posa di più anelli concentrici di well point, utilizzando la cosiddetta installazione a gradoni. Il battente idraulico dovrà quindi essere abbattuto in fasi successive, con ripetute installazioni, a quote diverse, degli impianti di well point, in modo da mantenere il dislivello tra la bocca aspirante della pompa ed il livello dinamico della falda entro i limiti di corretto funzionamento del sistema.

10.2.e Distanza di installazione

L'impianto well point dovrà essere installato ad una distanza di sicurezza, rispetto all'unghia inferiore dello scavo, pari alla profondità di scavo. L'applicazione di tale prescrizione dovrà essere applicata in relazione alla compatibilità con gli spazi di cantiere.

È comunque fondamentale evidenziare che più ci si avvicina alla con l'installazione dell'impianto alla scarpata, più aumenta la probabilità di incontrare inconvenienti durante le operazioni di scavo.

Il posizionamento degli impianti well point nei terreni con stratificazioni non stratificazioni impermeabili deve essere fatto necessariamente alla giusta distanza dalle scarpate di scavo.

Il posizionamento dell'impianto well point all'interno dello scavo verrà sfruttata nel caso di costruzione di edifici con sottomurazioni di strutture esistenti o con piano sotterranei protetti da paratie in calcestruzzo.

In questi casi la presenza dell'impianto, che deve rimanere in funzione fino a struttura ultimata, determina discontinuità durante il getto delle fondazioni e tutta una serie di fori che devono essere chiusi con particolare cura dopo l'estrazione. La qualità delle fondazioni non dovrà risultare pregiudicata dai fori per l'esercizio dell'impianto well point. I metodi più usati per evitare ciò sono:

- protezione con tubi in plastica PVC;
- protezione con cartone ondulato;
- protezione con camicia in ferro plagiata.

8.3.7 Gruppi di emergenza
Vista l'importanza fondamentale dell'impianto well point per l'esecuzione degli scavi e delle opere di fondazione, deve esserne garantito un corretto funzionamento 20 ore su 24, per tutta la durata dei lavori. Questo anche per impedire la risalita dell'acqua di falda all'interno dello scavo con crolli conseguenti delle pareti di scavo. Si dovrà quindi prevedere l'utilizzo di sistemi di emergenza, in particolare:

- gruppi di emergenza automatici in parallelo;
- gruppi di emergenza automatici comandati da regolatori di livello;
- impianti per alimentazione di emergenza con gruppo elettrogeno ad avviamento automatico.

La scelta del sistema di emergenza deve essere effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche e logistiche dell'impianto di pompaggio ed anche in ragione di criteri legati alla sicurezza ed alla economicità del sistema.

GRUPPI DI EMERGENZA AUTOMATICI IN PARALLELO

I gruppi di emergenza automatici sono motopompe, accoppiate in parallelo ai gruppi primari elettrici, che intervengono e si sostituiscono agli stessi, sia in caso di mancata erogazione dell'energia elettrica sia in caso di guasto improvviso.

GRUPPI DI EMERGENZA AUTOMATICI COMANDATI DA REGOLATORI DI LIVELLO

I gruppi di emergenza con comando a galleggianti sono motopompe di riserva collegate all'impianto di emungimento. Essi intervengono nei casi di necessità quando le portate risultano superiori rispetto a quelle controllate con le pompe in esercizio. I gruppi di emergenza sono

ENRICO DUSI STUDIO

comandati unicamente dal livello della falda, mediante galleggianti o sonde elettroniche inserite in pozzi piezometrici.

IMPIANTO PER ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA CON GRUPPO ELETTROGENO AD AVVIAMENTO AUTOMATICO

L'impianto di emergenza con gruppo elettrogeno interviene automaticamente in casi di interruzione nell'alimentazione elettrica dell'elettropompa.

Attraverso un quadro elettrico si ottiene automaticamente l'avvio temporizzato in successione delle varie pompe onde evitare sovraccarichi di tensione difficilmente assorbibili dal gruppo stesso.

10.3 TRINCEE DRENANTI

In presenza di falde freatiche superficiali e quando il battente idraulico da deprimere e controllare è modesto, si potrà ricorrere all'impiego delle trincee drenanti. Si tratta generalmente di scavi disposti trasversalmente alla direzione di flusso della falda, con l'obiettivo di incanalare l'acqua di falda, convogliandola verso i punti di raccolta.

La profondità delle trincee drenanti può variare da 4+5 m a 10+15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Le trincee saranno colmate di materiale drenante e, al fondo, sarà posizionata una tubazione drenante in materiale plastico.

Nel caso di un drenaggio con l'impiego di una trincea drenante, la capacità di emungimento del sistema può essere aumentata mettendo in depressione la tubazione drenante mediante una pompa centrifuga autoadescante.

10.3.a Attrezzature e procedimenti di scavo

Per trincee di modesta profondità è possibile utilizzare escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaino. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi, lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia in grado di garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si utilizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Lo scavo delle trincee drenanti profonde sarà condotto per pannelli successivi, eseguiti utilizzando una benna mordente il cui spessore nominale dovrà corrispondere allo spessore di progetto della trincea. Per consentire lo scavo di pannelli adiacenti a quelli già riempiti con materiale drenante, senza che questo frani, saranno utilizzati dei tubi spalla opportunamente immersi nel terreno e ancorati in testa.

10.3.b Materiali

TUBI DRENANTI

Le tubazioni potranno essere costituite da:

- tubi flessibili a doppia parete in HDPE;
- tubi flessibili a doppia parete in HDPE con geotessile filtrante in fibra sintetica;
- tubi rigidi a doppia parete in HDPE;
- tubi in PVC.

La rigidità anulare (resistenza allo schiacciamento) dei tubi determinata secondo la norma UNI EN ISO 9969 dovrà essere almeno appartenente alla categoria SN4, pari a 4 kN/m². Il campo di applicazione dovrà estendersi da -25 a +60°C. I tubi dovranno resistere alla prova di piegatura sia a temperatura ambiente che a -5°C, eseguita con un raggio di piegatura pari ad almeno 5 volte il diametro nominale del tubo. I tubi dovranno essere forati con 5+6 fori al metro su 240° o 360° della circonferenza. I diametri esterni dei tubi, salvo casi particolari possono variare da 63 mm e 200 mm.

RIEMPIMENTO DRENANTE

Il cavo rivestito sarà riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo. Si utilizzerà materiale lapideo pulito e lavato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

In ogni caso la granulometria del materiale drenante dovrà soddisfare le seguenti condizioni:

$$4 \text{ d}_{15} < \text{D}_{15} < \text{d}_{85} \text{ D}_{60} / \text{D}_{15} < 2$$

ove d indica il diametro dei grani del terreno e D il diametro dell'inerte. Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Superiormente la zona di scavo sarà ricoperta con materiale di scavo.

GEOCOMPOSITO

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geocomposito le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento. Di norma il geocomposito deve essere prodotto utilizzando polipropilene inestensibile ai raggi ultravioletti, all'aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura) e termosaldato.

In ogni caso il geocomposito dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella che segue:

Spessore a 2KPa 14 mm

Massa areica 1030 g/m²

Resistenza a trazione MD/CMD (EN ISO 10319) 20/22 kN/cm

Capacità drenante nel piano 1.4 l/(mxs)

10.3.c Controlli e documentazione

Per ogni pannello scavato, ovvero giornalmente se lo scavo è eseguito con attrezzatura a braccio rovescio, l'Appaltatore fornirà una scheda con indicati:

- profondità;
- volumi scavati;
- volumi di riempimento;
- curva granulometria degli inerti;
- risultati sulle prove dei materiali.
- livello idrico a operazioni concluse (solo per i pozzi ispezionabili).

ENRICO DUSI STUDIO

10.4 DRENI SUB-ORIZZONTALI (MICRODRENI)

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti. I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

10.4.a Caratteristiche dei tubi drenanti

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza e apertura della fessurazione) conforme al progetto. Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40mm. Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 cm, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

10.4.b Attrezzatura

L'attrezzatura di perforazione sarà costituita da una sonda di adeguate dimensioni e potenza operativa, a rotazione o rotopercussione, completa degli accessori necessari. Le tubazioni di rivestimento provvisorio dovranno garantire il sostentamento delle pareti del foro anche nelle condizioni di perforazione più gravose, permettendo in ogni caso la installazione dei dreni. Il diametro interno del rivestimento non dovrà superare di oltre 30 mm quello esterno dei tubi drenanti da inserire.

10.4.c Perforazione

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta. La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20-40 ore.

E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%. Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita. Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

10.4.d Installazione

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe in acciaio sporgenti. Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco.

A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra il tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela di juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio. Le modalità per la cementazione sono sottoelencate:

- posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
- iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2 dH ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità (dH equivale alla differenza di quota tra la valvola inferiore e bocca foro);
- spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto in tabella seguente.

Spessore	2.5 mm
Peso	300 g/m ²
Resistenza a trazione (UNI8639)	350 N/5 cm
Allungamento (UNI 8639)	70%
Trazione trasversale (UNI 8639)	500 N/5 cm
Allungamento trasversale (UNI 8639)	30%
Permeabilità	5 e -3 cm/s

Il tubo drenante rigido microfessurato in PVC dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Diametro tubo esterno	114 mm
Spessore	7.2 mm
Diametro esterno manicotti	125 mm
Larghezza fessure	0.5-0.7 mm

10.4.e Lavaggio e manutenzione dei dreni

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportuni.

ENRICO DUSI STUDIO

namente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno. Il lavaggio sarà eseguito a partire dal fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

10.4.f Documentazione e controlli

Per ogni dreno installato l'impresa esecutrice compilerà un'apposita scheda con le informazioni generali per l'identificazione, le caratteristiche dimensionali del foro realizzato e del dreno installato, lo schema geometrico dell'installazione e della eventuale cementazione, i risultati visivi del lavaggio. La discordanza della posizione di progetto non dovrà essere superiore a 10 cm. Se richiesto dalla direzione Lavori, l'Impresa Esecutrice provvederà alla lettura della portata emunta, alla misura della frazione solida in sospensione e alla misura della lunghezza del tubo libera e percorribile.

10.5 POZZI DRENANTI

I dreni hanno la funzione di realizzare nel terreno dei percorsi di raccolta delle acque, e di conseguenza modificare il regime idraulico.

Gli scopi sono sostanzialmente due:

- favorire nei terreni coesivi normalmente consolidati i processi di consolidazione sotto carico, accelerando il decorso dei relativi cedimenti;
- abbattere il livello piezometrico della falda, per favorire la stabilità di pendii naturali o artificiali.

Le caratteristiche dei terreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione planimetrica, saranno definite dal progetto; l'Appaltatore dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla Direzione Lavori eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

10.5.a Definizioni

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque falda fino a grande profondità. L'intervento consiste nella realizzazione di una batteria di pozzi di diametro generalmente compreso tra 1.2 e 2.0 m, a interassi variabili tra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

10.5.b Prescrizioni tecniche particolari

ATTREZZATURE

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con l'impiego di colonne di rivestimento provvisorio. È tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. L'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze dalla Direzione Lavori.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e rotopercussione a manovra corta, montate su telai di forma cilindrica, di diametro compatibile con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale. Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc. prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicate tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

PERFORAZIONI

Le batterie di pozzi drenanti con collegamento sul fondo saranno realizzate mediante due fasi esecutive:

- la prima concerne la perforazione verticale, da eseguirsi con modalità ed attrezzature convenzionali, con il solo limite di non utilizzare fanghi bentonitici che, a seguito della formazione del "cake" sulle pareti dello scavo, ridurrebbero l'effetto drenante; è comunque anche da limitare l'impiego di acqua, allo scopo di non arricchire ulteriormente le falde; pertanto la più corretta procedura esecutiva per la realizzazione di pozzi consiste nello scavo a "secco" con rivestimento provvisorio del foro;
- la seconda fase di lavoro concerne l'esecuzione della trivellazione per il collegamento al fondo mediante una speciale attrezzatura in grado di operare all'interno dei pozzi, impiegando l'utensile più adatto alla natura del terreno da attraversare. Eseguiti i collegamenti, si procederà all'allestimento definitivo dei pozzi, mentre le attrezzature di scavo e perforazione vengono utilizzate per l'esecuzione di un nuovo tratto di batteria.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI TRA I POZZI

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione piano-altimetrica del collegamento. L'Appaltatore deve trasmettere alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Completata la trivellazione, si procederà alla posa in opera del collettore di collegamento che dovrà essere realizzato utilizzando tubi in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne, e di sopportare elevate deformazioni senza danni.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

ALLESTIMENTO DEFINITIVO DEI POZZI

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

POZZI DRENANTI A TUTTA SEZIONE

ENRICO DUSI STUDIO

Impermeabilizzato il fondo del pozzo si realizzerà il collegamento dei due tubi (di arrivo e mandata) tramite un tratto adeguatamente fessurato. Si eseguirà quindi il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2 e 25 mm circa. Il material lapideo dovrà essere pulito e vagliato, tondo o di frantumazione.

In ogni caso la granulometria del materiale drenante dovrà soddisfare le seguenti condizioni:

$D15/d85 < 4 < D15/d15 < D60 / D10 < 5$

dove d indica il diametro dei grani del terreno e D il diametro dell'inerte. Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata d'acqua. Completato il riempimento si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

POZZI ISPEZIONABILI

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo ϕ 1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spessore 15 cm. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2 $\pm$ 25 mm. Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori. Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione. Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

POZZI DRENANTI STRUTTURALI

Si tratta di pozzi aventi diametro ϕ 2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio $s = 10$ cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione ϕ 2 m due rivestimenti ondulati ϕ 1.2 m e ϕ 1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore (≥ 2.7 mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero a "perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente. Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2 $\pm$ 3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.. L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

RACCOMANDAZIONI PARTICOLARI

VERIFICA DELLA PROFONDITÀ DI DRENAGGIO

Sarà realizzata mediante l'esecuzione di alcuni pozzi, in posizioni opportunamente prescelte. Le profondità dei pozzi devono essere infatti congrue con l'obiettivo di tenere depressa la falda fino alle profondità previste in progetto, e con la necessità di rispettare ovunque le pendenze della condotta di fondo. È opportuno quindi in via preliminare verificare localmente la profondità da raggiungere e modificare, se necessario, la posizione della condotta di scarico.

L'Appaltatore indicherà nella planimetria dell'intervento i pozzi preliminari. Se approvato dalla Direzione Lavori, questi pozzi potranno far parte degli schermi drenanti di esercizio.

ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI

I collegamenti orizzontali saranno eseguiti di norma partendo dai pozzi più in basso, in modo da avere progressivamente attivo il sistema drenante; in caso contrario si utilizzeranno, provvisoriamente, delle pompe di sollevamento. In genere la pendenza media della condotta di fondo non potrà essere inferiore al 2%; è consigliabile la realizzazione della condotta secondo una disposizione a gradini.

INTEGRAZIONE DEL DRENAGGIO

Ove previsto dal progetto si installeranno all'interno dei pozzi delle raggiere di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

ALLONTANAMENTO DEFINITIVO DELLE ACQUE

Sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di cabalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

L'Appaltatore dovrà provvedere ad installare una rete di controllo geotecnico, conforme alle indicazioni di progetto e/o secondo un piano approvato dalla Direzione Lavori. Dovrà inoltre provvedere, con le frequenze che saranno concordate con la Direzione Lavori, al controllo della strumentazione geotecnica integrata con la misurazione periodica delle portate di drenaggio, sia agli scarichi, sia in corrispondenza dei punti nodali più significativi.

Per ogni pozzo eseguito e messo in collegamento, l'Appaltatore dovrà fornire una scheda tecnica indicante:

- data e numero del pozzo;
- diametro;
- profondità;
- volumi di acqua emunta per asciugare il pozzo;
- tipo di allestimento;
- numero, quota, diametro e larghezza dei collegamenti a indicare i pozzi collegati;
- volumi dei materiali drenanti messi in opera;
- livello idrico a operazioni concluse (solo per i pozzi ispezionabili).

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 11 SCAVI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte le maggiori opere, anche di ripristino, che si rendessero per conseguenza necessarie.

Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

I materiali scavati dovranno essere riutilizzati all'interno del cantiere o trasportati a discarica autorizzata secondo quanto riportato nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, redatto a cura dell'Impresa appaltatrice dei lavori ai sensi del D.Lgs. 03/04/2006, n. 152 e secondo le linee guida della Regione Veneto.

Sono altresì compresi nel compenso contrattuale tutti gli oneri per l'indennità di discarica del materiale risultante dagli scavi e non riutilizzabile dall'Appaltatore nell'ambito del cantiere.

11.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

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

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

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

11.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo conto delle prescrizioni di cui al D. M. 11 marzo 1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione e la relativa Circ. M. LL. PP. 24 settembre 1988, n. 30483.

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

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

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

Gli scavi di fondazione dovranno di norme essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

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

Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione dei lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20 previsto nel titolo seguente, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

ENRICO DUSI STUDIO

L'Impresa sarà tenuta ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

11.3 SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTI

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui agli articoli precedenti, l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

11.4 SCAVI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE

Lo scavo per la posa di condutture dovrà essere regolato in modo che il piano di appoggio del tubo o del manufatto, una volta preparato il letto di posa o il sottofondo in magrone, si trovi alla profondità indicata nei profili di posa esecutivi, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in alcuni punti in conseguenza del tipo di terreno e delle esigenze di posa.

Le profondità di scavo saranno riferite ad appositi picchetti posti dall'appaltatore e a caposaldi fissati dalla Stazione Appaltante alla consegna dei lavori; l'Appaltatore ha l'obbligo di verificare le quote assegnate ai caposaldi a cui dovrà fare riferimento e ad eseguire tutte le attività indicate nel presente Capitolato.

Ove occorra, per ragioni imprescindibili di lavoro, spostare qualcuno dei caposaldi, egli ne preparerà a tutte sue spese un altro nella posizione più opportuna scelta dall'Appaltante e provvederà a rilevarne la quota.

Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle situazioni particolari di ogni singolo tratto di condotta e con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e con le dimensioni esterne delle condotte, ricavando opportuni allargamenti e nicchie per i blocchi di ancoraggio o di spinta, per i giunti, per le apparecchiature, per i pezzi speciali e le camerette.

In ogni caso, gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte le maggiori opere, anche di ripristino, che si rendessero per conseguenza necessarie.

Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'Appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare e per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Di norma i materiali scavati che risultino idonei per il reinterro verranno depositati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpata naturale. In generale dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'Appaltatore.

Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente ad essere utilizzata come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.

Nel deposito dei materiali di risulta si deve fare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti di ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.

E' vietato l'accumulo dei materiali di risulta nelle immediate adiacenze dello scavo.

Qualora le condizioni ambientali non consentano soluzioni diverse deve in ogni caso essere salvaguardata l'incolumità dell'opera in costruzione e delle maestranze di cantiere, ferme restando le norme riguardanti le sicurezze sui cantieri di lavoro.

I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al reinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a scarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio a scelta dell'Impresa Appaltatrice ed accettata dalla Direzione dei Lavori.

Il materiale in eccedenza o non idoneo al reinterro verrà spianato a lavoro ultimato ovvero portato a rifiuto.

Ogni e qualsiasi movimento di terra come sopra descritto deve intendersi compensato con l'articolo di Elenco relativo agli scavi e reinterri. Tali spostamenti di materie saranno preventivamente sottoposti al parere della Direzione Lavori, che li autorizzerà solo nel caso di insufficiente spazio ai lati dello scavo, in funzione della viabilità nella zona oppure per l'incolumità degli operai addetti ai lavori di posa delle condotte.

Qualora il materiale di risulta degli scavi delle trincee non fosse ritenuto idoneo per il reinterro a giudizio insindacabile della Direzione Lavori lo stesso verrà portato a rifiuto e sostituito con materiale idoneo che verrà pagato con il relativo prezzo di elenco.

Raggiunto il piano di posa alla quota prevista dai profili esecutivi si provvederà a livellarlo accuratamente. Qualora a giudizio della Direzione Lavori, il terreno d'appoggio del tubo non risulti idoneo o sia accidentato per trovanti od altro e comunque in tutti quei casi in cui non vi sia garanzia sufficiente che la condotta appoggi uniformemente sul terreno per tutta la sua lunghezza, dovrà essere predisposto uno strato di

ENRICO DUSI STUDIO

allettamento di adeguato spessore sul quale verrà appoggiata la condotta. Il suddetto letto potrà venire formato anche con parte del terreno di risulta dagli scavi ove questo risulti sufficientemente sciolto, nel qual caso sarà a carico dell'Impresa.

Nei punti ove cadono i giunti si dovranno scavare, all'atto della posa di questi, nicchie larghe e profonde tali da permettere di lavorare con comodità alla perfetta esecuzione dei giunti ed alla loro completa ispezione durante le prove.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la Direzione Lavori ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà in facoltà della stessa Direzione lavori di ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte con il relativo prezzo di elenco, nel quale si è tenuto conto di tutti gli oneri per installazione, funzionamento e rimozione degli impianti.

Per la continuità del transito in genere si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra la Impresa ed interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito.

In particolare l'Impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali, durante la notte, saranno luminose e, se occorre, custodite. In caso di inevitabili interruzioni in qualche tratto di strada saranno disposti a cura dell'Impresa opportuni avvisi e segnalazioni, in ogni caso nel rispetto delle norme del nuovo Codice della Strada e del Regolamento di attuazione.

L'Impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori ed anche il preventivo consenso, per quanto di sua pertinenza, delle autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione nella sede stradale, l'Impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo, per ogni singolo tratto, il tempo di permanenza con cavo aperto. Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione Lavori.

In particolare si fa obbligo all'Appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione dei Lavori, dall'Amministrazione (Comune, Provincia, ANAS, ecc.) investita della sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori.

Nel prezzo di tariffa per gli scavi per posa condotte sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Impresa per la puntellazione e sbadacchiatura degli scavi (siano essi in presenza o no d'acqua) che dovranno essere eseguiti in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione degli scavi, degli aggotamenti e di tutte le altre operazioni. L'Impresa è tenuta, a sue spese, ad accertarsi preventivamente della stabilità e stato di conservazione delle opere di proprietà di terzi interessate dai lavori ad essa appaltati ed è responsabile di ogni infortunio o danno a terzi o a cose di terzi derivanti da fatti, negligenze o colpe dei suoi dipendenti, intendendosi perciò la Stazione Appaltante indenne e sollevata al riguardo da ogni responsabilità.

L'Impresa deve, nei casi dubbi, chiedere preventivamente conferma scritta alla Stazione Appaltante circa i particolari di esecuzione delle opere.

L'Impresa è tenuta a riparare e rifondere, oltre ai danni causati durante la effettuazione dei lavori, anche quelli che, ad opere ultimate, dovessero successivamente verificarsi in dipendenza di deficienze non rilevabili o non rilevate e ciò fino a scadenza di responsabilità a termini di legge e comunque almeno fino a collaudo generale.

I danni di qualunque genere causati dal personale dell'Impresa, o comunque da essa dipendenti, qualora non risarciti in tempo debito, possono a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, essere liquidati direttamente dalla stessa che si rivala sui compensi dovuti all'Impresa e nelle altre forme che ritenga opportune.

Sono a carico della Stazione Appaltante solo i danni inevitabili di qualsiasi tipo, non imputabili cioè a colpa o negligenza dell'Impresa, ma propri dell'opera da eseguire e quindi prevedibili.

Di questi danni l'Impresa deve dare avviso alla Stazione Appaltante, indicando anche la loro entità presumibile, prima dell'inizio delle opere, alle quali deve dare corso solo dopo avere ottenuto benessere scritto dalla stessa; in mancanza di tale preventivo benessere, la Stazione Appaltante può rifiutare di assumersi l'onere del risarcimento per danni, che sono quindi a carico dell'Impresa, o di riconoscere danni di maggiore entità di quella segnalata, riservandosi, in ogni caso, il diritto di trattare direttamente con terzi proprietari.

L'Impresa deve provvedere ad assicurarsi contro i rischi derivanti da fatti od omissioni dei suoi dipendenti e deve presentare, a richiesta della Stazione Appaltante, i documenti attestanti l'avvenuto adempimento di tali obblighi.

Nei prezzi di tariffa si è tenuto conto dell'obbligo per l'Impresa di provvedere a tutta sua cura e spese, ad assicurare la continuità del traffico stradale nel miglior modo possibile, ed in particolare quello pedonale e l'accesso alle case (portoni e botteghe) lungo le arterie ove si eseguono i lavori, per cui l'Impresa dovrà sottostare a quanto stabilirà la Direzione Lavori, fornendo e collocando in opera a tutta sua cura e spese, pedane, passerelle, ponticelli di servizio.

Nei prezzi degli scavi sono comprese tutte le spese per aggotamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti.

Dovendosi il prezzo dello scavo con i relativi oneri tutti ritenersi valido e da applicarsi anche nel caso di demolizione per sostituzione di condotte esistenti, le dimensioni da contabilizzare nella fattispecie saranno quelle corrispondenti al maggiore fra i diametri dell'esistente e della nuova condotta.

Per tutto il tempo in cui, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, gli scavi dovranno rimanere aperti per le prove, verifiche ecc. saranno a carico esclusivo dell'Appaltatore tutte le spese per armature, per aggotamenti, per esaurimenti di acqua e per il necessario ripristino dello scavo, nonché tutte le altre spese per la perfetta manutenzione dello scavo stesso.

11.5 INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, deve determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati dovranno essere messi in luce ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'Appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi in luce mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della Direzione dei Lavori, sentiti gli Uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

ENRICO DUSI STUDIO

Restano comunque a carico dell'Appaltatore tutti i danni che fossero arrecati sia in via diretta che indiretta alle suddette opere. L'Appaltatore dovrà inoltre porre tutta l'attenzione per ridurre al minimo gli inconvenienti e se si dovessero verificare, dovranno essere tempestivamente rimediati, sempre a tutta sua cura e spese.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse stradale o, in caso di sedi separate, sull'asse geometrica di ciascuna sede, in base a tali rilievi, ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa, purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede stradale. Analogamente si procederà per le altre opere fuori della medesima sede. Resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e dello spartitraffico, come risulta dalla sezione tipo.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Stazione appaltante; l'impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari alla esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è stabilito il prezzo di elenco che prevede l'impiego di materiali di proprietà della Stazione appaltante.

È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego ed il relativo prezzo, questo verrà desunto dai prezzi di elenco per fornitura di materiale a piè d'opera diviso per il coefficiente 1,10 e decurtato del ribasso d'asta.

Quando negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, e l'impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più e comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte nelle presenti Norme, comprende e compensa tra gli altri oneri:

- taglio degli alberi, arbusti, cespugli; eliminazione di ceppaie, radici; ecc; loro eventuale trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione Lavori;
- scavo, carico, trasporto a reimpiego, a rifiuto o a deposito e scarico;
- la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno compensati solo per gli scavi di fondazione) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le frantumazioni dei materiali rocciosi (compresi i trovanti) da reimpiegare nella formazione di rilevati o di riempimenti nell'ambito del lotto, per ridurli alle dimensioni prescritte nelle presenti norme;
- tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di scarica e di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché le spese occorrenti per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e la sistemazione e regolarizzazione superficiale, prima e dopo l'utilizzazione, nelle seconde;
- prove in laboratorio ed in sito per la verifica della idoneità dei materiali da reimpiegare.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. L'impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie ed i relativi oneri sono da intendersi compresi e compensati nei prezzi contrattuali.

Nessun compenso spetterà all'impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi debbano essere eseguiti per campioni.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento di eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare rinvenuti durante i lavori. Verranno compensati a parte, con i prezzi di elenco relativi a scavi in roccia od a demolizione di murature, soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a m³ 0,50 e detraendo il volume relativo da quello degli scavi in terra.

Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto di opere d'arte, non sarà pagato il riempimento a ridosso della muratura o degli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà pagato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti. In ogni caso non sarà pagato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di m 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato come eseguito all'asciutto.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 12 REINTERRI E RILEVATI

Si intendono applicate le seguenti norme:

- CNR NTS 93/83: Campionatura di aggregati
- CNR NTS 95/84: Forma di aggregati lapidei
- C.N.R.UNI 10006/2002: Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale"
- D.P.R. n. 120 del 13.06.2017 (abroga il Decreto 161 del 10.08.2012) - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto- legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.
- D.M. 1.4.98, n. 145 "Definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 22/97 (aggiornato con le modifiche disposte dalla direttiva ministeriale 9 aprile 2002)"
- Circolare 4 agosto 1998, n. GAB/DEC/812/98 "Esplicativa sulla compilazione dei registri di carico scarico dei rifiuti e dei formulari di accompagnamento dei rifiuti trasportati individuati, rispettivamente, dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 145, e dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 148"
- UNI EN 13285:2010: Miscele non legate - Specifiche
- UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005: Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni – Parte 1: Determinazione del contenuto in acqua.
- UNI EN 13286-47:2012: Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento.
- UNI EN ISO 14688-1:2003: Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione.
- UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005: Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni – Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg.
- CNR-B.U. n. 69/1978 Norme sui materiali stradali; Prova di costipamento di una terra
- CNR-B.U. n. 146/1992: Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md 1 mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- UNI EN 13242:2013: Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**12.1 MATERIALE PER RILEVATI ORDINARI**

Per la costituzione dei rilevati si deve avere la massima cura nella scelta dei materiali idonei, escludendo i terreni vegetativi e quelli con humus, radici, erbe, materie organiche.

Per i rilevati da eseguirsi con terreni provenienti da cave, devono essere impiegate soltanto terre appartenenti ai gruppi A-1, A-2-4, A-2-5, A-3 (vedi classificazione delle terre – Tabella CNR-UNI 10006).

A suo esclusivo giudizio, la DL può ammettere l'impiego di altri materiali, anche se non classificati (come i materiali vulcanici, artificiali, etc.). In ogni caso le terre per la formazione di rilevati, provenienti sia da scavi che da cave, non possono avere indice di gruppo superiore a 15.

12.2 MATERIALE PER RINTERRI

Si devono sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, escludendosi in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Il pietrame per i riempimenti deve costituito da ciottoli e pietre naturali sostanzialmente compatte ed uniformi.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le strutture di fondazione o da addossare alle strutture stesse e fino alle quote prescritte dalla D.L., salvo diverse prescrizioni di progetto, si devono impiegare fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nell'ambito del cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della DL, per la formazione dei rilevati, dopo avere provveduto alla cernita e all'accatastamento dei materiali che si ritengono idonei per la formazione di ossature, inghiaamenti, costruzioni murarie, etc., i quali restano di proprietà della Committente. Quando vengono a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si utilizzano le materie prelevandole da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla DL; le quali cave possono essere aperte dovunque l'impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria e forestale, nonché stradale.

Le suddette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'appaltatore, devono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed

ENRICO DUSI STUDIO

impaludamenti. A tale scopo, l'Appaltatore, quando occorra, deve aprire opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

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

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendano necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle presenti prescrizioni, sono a completo carico dell'Appaltatore.

12.3 PREPARAZIONE DELL'AREA

La preparazione dell'area dove deve essere eseguito il rilevato deve prevedere il taglio di eventuali piante, l'estirpazione delle radici, ceppaie, arbusti, etc ed il loro avvio a discarica.

La superficie del terreno sulla quale devono elevarsi i terrapieni, deve essere previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

La terra da trasportare nei rilevati deve essere anche essa preventivamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea.

Prima di procedere all'esecuzione delle opere in terra, l'Appaltatore deve effettuare uno studio per accertare che i materiali da impiegare, abbiano le caratteristiche richieste, nonché per definire le modalità di esecuzione e gli impianti da impiegare, al fine di ottenere un'opera avente le caratteristiche prescritte.

Nel definire le modalità esecutive, l'Appaltatore deve tenere conto di quanto segue:

- lo spessore degli strati, misurato dopo il costipamento, deve essere 0.20 m.;
- il numero delle passate del rullo non deve essere inferiore a 6;
- la larghezza della sovrapposizione delle singole passate non deve essere inferiore a 0.50 m.;
- la velocità operativa del rullo non deve essere superiore a 4 Km/h.

La formazione del piano di posa deve quindi essere eseguita mediante completa asportazione del terreno vegetale e sua sostituzione con materiale idoneo, per una profondità media di cm 20, o superiore qualora la DL lo ritenga necessario e lo ordini.

12.4 RINTERRI IN FONDAZIONE

Per i rinterrati da addossarsi alle strutture di fondazione, si devono sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rinterrati e riempimenti, deve essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza e mai superiore a 20 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture di fondazione su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

12.5 RINTERRI PER LA COSTRUZIONE DI STRUTTURE

L'eventuale rinterro sotto le solette a terra in calcestruzzo deve avvenire per strati orizzontali di eguale altezza e comunque non superiori ai 20 cm di spessore. Inoltre si procede alla compattazione meccanica dei suddetti strati prima che sia gettato lo strato superiore, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture di fondazione su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Il rinterro di scavi vicini ad elementi strutturali deve avvenire, per quanto possibile, solo dopo che l'elemento strutturale sia stato completato ed accettato. Il riempimento contro le strutture di calcestruzzo deve avvenire solo quando ordinato dalla DL.

Salvo diversa esplicita indicazione, la compattazione di tutti i riempimenti sotto le solette a terra deve essere fatta in maniera da avere una densità minima del 95% della densità massima.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o altri mezzi non possono essere scaricate direttamente contro le strutture, ma devono essere depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, al momento della formazione dei rinterrati.

Per tali movimenti di materie deve sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che vengono indicate dalla DL.

12.6 REINTERRI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE

I reinterrati dovranno essere eseguiti in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbia a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali e di galleggiamento e, in particolare non vengano loro provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, cosicché, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Non potranno in ogni caso essere impiegati:

- materiali che posano aggredire chimicamente le opere quali scorie o terreni gessosi;
- materiali voluminosi quali terreni gelati o erbosi, terreni limo-argillosi che a contatto con l'acqua si siano rigonfiati più del 10% del volume;
- materiali di natura organica quali: legno, carta, foglie, torba e simili che possono successivamente provocare sprofondamenti;
- grosse pietre o frammenti di calcestruzzo e muratura che possano danneggiare la canalizzazione e i manufatti durante il reinterrato o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti;

Nell'eseguire i reinterrati si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione, il rendimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale. Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza di 30 cm sopra la generatrice del tubo; esso dovrà essere realizzato con materiale privo di corpi estranei compresi ciottoli.

La compattazione del rinalzo dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri e contemporaneamente da ambo i lati della tubazione evitando di determinare spinte trasversali o di galleggiamento sulla tubazione.

ENRICO DUSI STUDIO

12.7 COMPATTAMENTI

Tutte le terre, una volta stese nelle posizioni prescritte dalla DL, devono, strato per strato, essere ben costipati con vibratori meccanici. L'ultimo strato deve essere ben livellato fino a raggiungere la quota finale di progetto a compattamento avvenuto secondo gli indici di progetto riferiti alla normativa AASHO.

Qualora non sia possibile completare le operazioni di compattazione dello strato steso, devono essere effettuate almeno le prime due passate della compattazione prescritta.

Alla ripresa delle operazioni di compattazione o alla stesura del nuovo strato, qualora la superficie risultasse alterata da agenti atmosferici e/o da altre cause accidentali, l'Appaltatore deve eseguire un'adeguata scarificazione, con rimozione del materiale che non risultasse più idoneo, seguita da livellatura, compattazione ed esecuzione (o ripetizione) delle occorrenti prove.

L'ammorsamento con opere in terra eventualmente esistenti, deve essere eseguito ricavando dei gradoni nella scarpata di quest'ultima in corrispondenza dello strato da stendersi, aventi pedata di circa 0.50 m. o comunque tale da assicurare che tutto il materiale sciolto esistente in superficie della scarpata venga asportato. In generale, la compattazione deve essere effettuata dopo aver verificato il contenuto di acqua presente nei materiali da utilizzare per il rilevato e che deve essere prossimo (+/-2%) ai livelli ottimali indicati dalle prove di laboratorio per ciascun tipo di materiale impiegato. Tutte le operazioni devono essere condotte con gradualità ed il passaggio dei rulli o delle macchine deve prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso per garantire una completa uniformità.

Nel caso di compattazioni eseguite su aree o parti di terreno confinanti con murature, paramenti o manufatti in genere si devono utilizzare, entro una distanza di due metri da questi elementi, piastre vibranti o rulli azionati a mano con le accortezze necessarie a non danneggiare le opere già realizzate. In questi casi può essere richiesto, dalla DL, l'uso di 25/50 Kg. di cemento da mescolare per ogni mc. di materiale da compattare per ottenere degli idonei livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti già realizzati.

L'umidità di costipamento non deve mai essere maggiore del limite del ritiro preventivamente definito in laboratorio, diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno sia maggiore di questo valore, occorre diminuire il contenuto di umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che viene indicato dalla DL, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare il materiale all'aria, previa disaggregazione.

Qualora, operando nel modo suddetto, l'umidità all'atto del costipamento risulta inferiore a quella ottenuta in laboratorio, si deve provvedere a raggiungere la prescritta densità massima apparente, aumentando il lavoro di costipamento meccanico.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

I rinterri saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 13 TRASPORTI

Si intende il:

- Trasporto a discarica di materiali provenienti da scavi eseguiti con mezzi meccanici,
- Trasporto e sistemazione nell'ambito del cantiere di materiale proveniente dagli scavi.

Si intendono applicate le seguenti norme:

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."
- "Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale"
- D.P.R. n. 120 del 13.06.2017 (abroga il Decreto 161 del 10.08.2012) - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto- legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.
- D.M. 1.4.98, n. 145 "Definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi dell'art. 15 del D. Lgs. 22/97 (aggiornato con le modifiche disposte dalla direttiva ministeriale 9 aprile 2002)"
- Circolare 4 agosto 1998, n. GAB/DEC/812/98 "Esplicativa sulla compilazione dei registri di carico scarico dei rifiuti e dei formulari di accompagnamento dei rifiuti trasportati individuati, rispettivamente, dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 145, e dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 148".

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

L'Appaltatore, in conformità con i grafici ed altri allegati di progetto e di contratto e nel rispetto del capitolato e disciplinare tecnico, provvede a tutti i trasporti, a qualunque distanza, con qualunque mezzo ed in qualunque condizione, sia all'interno che all'esterno del cantiere, e provvede in particolare al trasporto a discarica autorizzata di tutti i materiali sia di risulta, che comunque presenti in cantiere all'atto della presa in consegna e durante tutto il periodo dei lavori, secondo quanto indicato dalla DL.

Le operazioni di trasporto includono sempre l'onere di carico su automezzo e successivo scarico nel sito di destinazione.

L'Appaltatore deve provvedere ai materiali di consumo degli automezzi ed alla mano d'opera del conducente.

Deve provvedere inoltre al carico sui mezzi ed al trasporto a discarica a qualsiasi distanza, e deve accollarsi i diritti di discarica.

I mezzi di trasporto debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche, assicurati come per legge, tasse pagate.

È vietato l'uso di mezzi per i quali sia scaduto il termine per l'effettuazione del collaudo, pur se richiesto e non ancora effettuato per ritardi non imputabili all'Appaltatore.

Il trasporto deve avvenire presso discariche autorizzate a seconda della tipologia del materiale da smaltire (ordinario, speciale, tossico-nocivo, etc).

Salvo diverse indicazioni di contratto, tutti gli oneri di discarica restano a carico dell'Appaltatore, inclusi nei prezzi di elenco relativi al trasporto a discarica (in caso di appalto a misura) ovvero nel prezzo a forfait globale (nel caso di appalto a corpo).

L'Appaltatore, in mancanza di diverse specifiche indicazioni di progetto, deve provvedere al trasporto e alla sistemazione nell'ambito del cantiere del materiale riutilizzabile proveniente dagli scavi o dalle demolizioni, ed al trasporto a discarica di quello non riutilizzabile.

L'Appaltatore deve altresì provvedere all'accantonamento provvisorio, per tutto il tempo necessario, del materiale proveniente dagli scavi in siti intermedi, ove tale operazione si rendesse necessaria in relazione alle esigenze operative del cantiere o alle esigenze di sicurezza o nel caso in cui accantonamenti intermedi del materiale si rendessero necessarie per esigenze tecniche specifiche, quali ad esempio la formazione dei rilevati a strati successivi.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Salvo diversa indicazione, i trasporti sono generalmente inclusi nella valutazione delle materie da trasportare, fatta, a seconda dei casi, a volume od a peso, con riferimento alla distanza.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 14 FORMAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Il piano di posa del rilevato stradale può essere realizzato (previo scotico del materiale vegetale) principalmente in due modi:

- con bonifica del materiale esistente, mediante rimozione del materiale in sito,
- con stabilizzazione a calce/cemento in sito (a norma UNI EN 14227), a strati di 30-40 cm.

14.1 BONIFICA DEL SOTTOFONDO STRADALE

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

14.2 COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO

Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di cm 50, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm 25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);
- c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di m 0,50:

- a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da m 0,50 a m 3, pari all'80% per rilevati aventi una altezza superiore a m 3;
- b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

14.3 STABILIZZAZIONE A CALCE / CEMENTO DI UNA TERRA

La stabilizzazione del suolo ha come scopo quello di rendere un terreno utilizzabile, migliorandone le caratteristiche reologiche, chimiche, meccaniche e la sua durata, permettendogli di sopportare le sollecitazioni indotte dagli eventuali carichi applicati e resistere agli agenti atmosferici ai quali è soggetto.

L'adozione delle miscele terreno-legante nasce dall'esigenza di migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni in sito costituenti i piani di imposta dei rilevati stradali o dei terreni provenienti dagli scavi di sbancamento e/o fondazione nell'ambito del cantiere, qualora questi si caratterizzino per una natura limosa o anche spiccatamente argillosa, in modo che possano essere proficuamente impiegati come adeguati piani di imposta dei rilevati o come materiali per la costruzione dei rilevati stradali fino ai sottofondi della pavimentazione stradale vera e propria.

Con riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006, si prestano al trattamento con calce le terre fini plastiche, argille limose dei gruppi A6 A7 non eccessivamente plastiche, così come quelle del gruppo A51 quando di origine vulcanica od organogena. Ghiaie argillose identificabili come A2-6 e A2-7 possono essere convenientemente stabilizzate con calce, quando contengano una frazione di passante al setaccio 4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere convenientemente trattate a calce, altresì, le vulcaniti vetrose, costituite da terre pozzolaniche ricche di silice amorfa.

In ogni caso la terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni, tali da impedire l'azione dei mezzi di miscelazione.

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

ENRICO DUSI STUDIO

solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

L'attitudine al trattamento dei terreni, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da appositi studi preliminari di laboratorio atto a definire le percentuali ottimali di umidità e di legante.

Lo studio di stabilizzazione prevede delle analisi preventive:

- classificazione del materiale,
- determinazione del contenuto di acqua,
- verifica della percentuale minima di calce con metodo C.I.C.,
- scelta della tipologia di legante,
- costipamento Proctor con percentuali crescenti di legante,
- provini CBR per determinare le caratteristiche meccaniche della miscela,
- prova di taglio (angolo di attrito interno e coesione),
- analisi dei dati e restituzione del risultato ottimale

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A4 ed A5 la calce aerea può essere utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso per migliorare le caratteristiche meccaniche dei materiali e renderle stabili nel tempo, occorre aggiungere, successivamente alla calce, leganti idraulici quali cemento portland 325. I requisiti meccanici delle miscele terra-calce-cemento devono essere i medesimi richiesti per le miscele terra-calce. La stabilizzazione mista con calce e successivamente con cemento può essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità (IP20) se interessa acquisire la stabilità all'acqua delle miscele a breve termine (entro 30-40 gg dalla stabilizzazione).

I processi di fabbricazione delle miscele debbono avvenire preferibilmente nei luoghi di estrazione (scavi in trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non comporta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani d'appoggio dei rilevati e dei sottofondi in trincea) mentre nella formazione dei rilevati bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

Il trattamento prevede, in genere, le seguenti fasi operative:

- Scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (generalmente non superiore a cm.30;
- Frantumazione delle zolle con opportune frese (pulvimixer) per rendere la superficie sufficientemente regolare prima dello spandimento della calce;
- Eventuale apporto d'acqua, se è necessario aumentare l'umidità della terra;
- Spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si deve impedire a qualsiasi mezzo, eccetto che a quelli adibiti alla miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato completamente miscelato; inoltre le spanditrici devono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità d'avanzamento. Il quantitativo di calce necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 3% in peso rispetto alla massa di terra da trattare.
- Miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer) che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato. Il numero di passate dipende dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, sino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle a 50 mm per le bonifiche dei piani d'appoggio dei rilevati di 40 mm per gli strati di rilevato e di 30 per quelli di sottofondo. Il materiale tratto deve essere compattato evitando attese che, se prolungate, portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele. Di conseguenza è vietato all'impresa di porre in essere nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate debbono essere allontanate.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici.

Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto sino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto.

Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata devono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua dei terreni naturali e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura scende sotto i 2° C.

In corso d'opera il controllo del dosaggio in calce è effettuato valutando la quantità in peso di legante raccolta in contenitori di superficie nota, disposti sull'area da trattare e va effettuata con misurazioni ogni ca mq. 2000.

La bontà della miscelazione e la dimensione massima delle zolle è valutata mediante setacciatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata mediante l'esame della colorazione delle miscele e, eventualmente, mediante misure di Ph su campioni a diversa profondità con una media di ca uno ogni 4000 mq. L'ubicazione dei prelievi e delle prove è a scelta insindacabile della D.L..

Sugli strati finiti possono essere effettuate prove con piastra per valutare il modulo di deformazione e vanno valutati tenendo conto della destinazione dello strato (rilevato o sottofondo) e della stagionatura (età) delle miscele.

Sono previsti i seguenti controlli in corso d'opera:

FASE	DESCRIZIONE VERIFICA	RIFERIMENTI NORMATIVI	FREQUENZA
1	Classificazione del materiale	CNR B.U. 10006 - CNR B.U 23	Ogni 1000 mc
2	Determinazione del contenuto d'acqua	CNR UNI 10008	Ad ogni inizio o ripresa delle lavorazioni. Determinazione durante la stabilizzazione 2 ogni 400 mq o al cambio di terreno.
3	Verifica della % di calce/cemento		Ogni 500 mq
4	Verifica del grado di polverizzazione		Ogni 500 mq
5	Costipamento Proctor Procedimento AASHO modificato	CNR B.U. N° 69-1978	Ogni cambiamento di materiale con un minimo di 1 ogni 5000 mc
6	Prova CBR	CNR UNI 10009	Ogni 4000 mq

ENRICO DUSI STUDIO

7	Prova di carico su piastra	CNR B.U. 146	Ogni 1000 mq
8	Massa Volumica - Densità in sito	CNR B.U. 22	Ogni 1000 mq
9	Determinazione contenuto di sostanze Organiche e di Solfati	UNI 8520-11	Ogni 6000 mc

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Misurazione a metro quadrato di superfice realizzata.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 15 FONDAZIONE STRADALE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****15.1 TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo.

Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30.

15.2 TOUT VENANT REALIZZATO CON MATERIALE RICICLATO

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili. 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 D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni. L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio 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 D.L. 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 D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione 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.

15.3 MATERIALI STABILIZZATI

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina per terreno (passante al setaccio 0,42 mm n.40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità LL.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità LL. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi simili di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

ENRICO DUSI STUDIO

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm: ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10 dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M. e dal 35 al 70% passante al n.40 A.S.T.M. dal 10 al 25% passante al n.200 A.S.T.M.
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm; ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n.10, dal 10 al 25% al setaccio n.40, dal 3 al 10% al setaccio n.200;
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n.40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa.
- 4) strato superiore della sovrastruttura tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n.40, dal 10 al 25% al setaccio n.200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4, il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n.40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (California bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo.

In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg dovrà risultare, per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante la immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5 per cento.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Il tout-venant verrà compensato a volume posato in opera, in base alle sezioni di progetto ed ai rilievi di prima e seconda pianta. Non verranno ammessi fuori sagoma all'interno delle sezioni di progetto.

Potranno essere accettati fuori sagoma all'esterno delle sezioni, purché contenuti nella misura di 30 cm in direzione normale ai paramenti teorici. I fuori sagoma non verranno comunque compensati.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 16 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO CEMENTATO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

16.1 MATERIALI COSTITUENTI LA MISCELA**16.1.a Aggregati**

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati (con meno del 20% di superficie arrotondata), da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente.

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	30
Quantità di frantumato	-	%	30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	1
Contenuto di:			
-Rocce reagenti con alcali del cemento		%	1

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella seguente.

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	30; 60
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	25
Indice Plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
-Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	1
-Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	1
-Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

16.1.b Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI ENV 197-1:

tipo I (Portland);
 tipo II (Portland composito);
 tipo III (d'altoforno);
 tipo IV (pozzolanico);
 tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 314.

16.1.c Acqua

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate.

ENRICO DUSI STUDIO

16.1.d Aggiunte

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

E' ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza.

16.2 MISCELA

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella sottostante.

Serie crivelli e setacci UNI		<i>Autostrade e strade extraurbane principali</i>	<i>Extraurbane econdarie ed Urbane di scorrimento</i>	<i>Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali</i>
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80- 100		
Crivello	25	72- 90	65 - 100	
Crivello	15	53- 70	4 5	- 7 8
Crivello	10	40- 55	35 - 68	
Crivello	5	28- 40	2 3	- 5 3
Setaccio	2	18- 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8- 18	6	- 2 3
Setaccio	0.18	6- 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5- 10		

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29, in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, con l'eventuale cenere e con l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque, prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51±0,5 mm, peso pestello 4,535±0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

In particolare la miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella tabella sottostante.

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Resistenza a compressione a 7 gg	CNR 29/72	Rc 2,5-4,5 N/mm ²
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/84	Rt 0,5 N/mm ²

Tali valori di resistenza a compressione e a trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due valori che rimangono dopo aver scartato il valore anomalo.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm². Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

ENRICO DUSI STUDIO

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev'essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenze raggiunta dal misto.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 17 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori, proveniente da scavi o da depositi.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a mm 71, nè forma appiattita, allungata o lenticolare;
b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 71	100
" 40	75 - 100
" 25	60 - 87
" 10	35 - 67
" 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
" 0,4	7 - 22
" 0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma;
f) indice di portanza CBR (1) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 109.

Questo materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10, e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. (AASHTO T 180 - 57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". (2)

Il valore del modulo di deformazione Md, misurato con il metodo di prova su piastra (f 30 cm), ma nell'intervallo compreso fra MPa 0,15 e 0,25, non dovrà essere inferiore a MPa 80. In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm 1, controllato a mezzo di un regolo di m 4,00 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

NOTE: (1) CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza CBR di una terra.

ENRICO DUSI STUDIO

(2) AASHTO T 180 - 57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI
--

Misurazione a metro quadrato di superficie realizzata.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 18 CONGLOMERATI BITUMINOSI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****18.1 MATERIALI INERTI**

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

*18.1.a Per strati di base e di collegamento:***Aggregato grosso**

L'aggregato grosso (frazione > 4 mm) sarà costituito da ghiaie frantumate, pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare corrisponda ai seguenti requisiti:

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 25 LA25
Micro Deval	UNI EN 1097-1	%	≤ 20 M DE20
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 90 C90/1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 F1
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	%	≤ 1 F1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 25 FI25

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione < 4 mm) sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente da frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60 SE 60
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 40 C50/10
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	%	≤ 2 F2

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

*18.1.b Per strati di usura:***Aggregato grosso**

L'aggregato grosso (frazione > 4 mm) sarà costituito da ghiaie frantumate, pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare corrisponda ai seguenti requisiti:

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20 LA20
Micro Deval	UNI EN 1097-1	%	≤ 15 M DE15
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 100 C100/0
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 F1
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	%	≤ 1 F1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30 FI30
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	%	≥ 42 PSV42

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con PSV (Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso) ≥ 45 PSV44, pari alla quantità necessaria ad ottenere le prestazioni richieste, tenendo conto che tali prestazioni dovranno mantenersi accettabili per almeno 5 anni.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare, previo assenso o autorizzazione da parte della D.L., inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (PSV ≥ 50 PSV50) di pezzatura 5/15 mm, conformi alla norma UNI EN 13043:2004 e nella percentuale necessaria per il rispetto delle prestazioni richieste.

In percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

ENRICO DUSI STUDIO

Aggregato fino

L'aggregato fino (< frazione 4 mm) sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente da frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 SE 70
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 50 C50/10
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	%	≤ 2 F2

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme dei C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2-5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Do a 25 gradi centigradi inferiore a 150 dmm.

Per filiers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

18.2 LEGANTE

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale). I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

Il bitume deve essere del tipo 50/70 o 70/100 con le caratteristiche indicate nella tabella sottostante:

Parametro misura (tipo 50-70)	Normativa	Unità di misura	Requisito
Penetrazione a 25° C	EN 1426, CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammolimento	EN 1427, CNR 35/73	° C	46-56
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593/1999	° C	≤ -8
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	Pa x s	> 0,1
Valori dopo RFTOT	EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25° C	EN 1426, CNR 24/71	%	≥ 50
Incremento del punto di rammolimento	EN 1427, CNR 35/73	° C	≤ 9

Parametro misura (tipo 50-70)	Normativa	Unità di misura	Requisito
Penetrazione a 25° C	EN 1426, CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammolimento	EN 1427, CNR 35/73	° C	46-56
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593/1999	° C	≤ -8
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	Pa x s	> 0,1
Valori dopo RFTOT	EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25° C	EN 1426, CNR 24/71	%	≥ 50
Incremento del punto di rammolimento	EN 1427, CNR 35/73	° C	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati e documentazione di marcatura CE secondo la norma UNI EN 12591.

18.3 MISCELA

18.3.a Strato di base

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo di orientamento la seguente formula:

SERIE SETACCI UNI

MISCELA PASSANTE % TOTALE IN PESO

Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	68 ÷ 88
Setaccio 16	55 ÷ 78
Setaccio 8	36 ÷ 60
Setaccio 4	25 ÷ 48
Setaccio 2	18 ÷ 38

ENRICO DUSI STUDIO

Setaccio 0,5	8 ÷ 21
Setaccio 0,25	5 ÷ 16
Setaccio 0,063	4 ÷ 8

La quantità di bitume nel conglomerato dovrà essere compresa tra il 4,0% ed il 5,0% sul peso degli inerti (UNI EN 12697-1 e 39). Dovrà inoltre presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

18.3.b Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo di orientamento la seguente formula:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNIPASSANTE	TOTALE IN PESO %	
Crivello	25	100
Crivello	15	65 - 100
Crivello	10	50 - 80
Crivello	5	30 - 67
Setaccio	2	20 - 45
Setaccio	0,4	7 - 25
Setaccio	0,18	5 - 15
Setaccio	0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati. Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- * la stabilità Marshall eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall corrispondente alle condizioni di impiego prescelte, devono essere compresi fra 2 e 4 mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 e 7%. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973);
- * la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.
- * elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- * sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- * il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 4 e 10%.

18.3.c Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNIPASSANTE	TOTALE IN PESO %	
Crivello	15	100
Crivello	10	70 - 100
Crivello	5	43 - 67
Setaccio	2	25 - 45
Setaccio	0,4	12 - 24
Setaccio	0,18	7 - 15
Setaccio	0,075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%, il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- * resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assetamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova ASTM D 1559) eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1.000 Kg. I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall, corrispondenti alle condizioni di impiego prescelte devono essere compresi fra 1 e 3,5 mm. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3 e 6%. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973);
- * La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- * elevatissima resistenza all'usura superficiale C.L.A.: > 0.45,
- * sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa B.P.N.>65,
- * grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e l'impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm di acqua, non dovrà risultare inferiore a 10.6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

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

ENRICO DUSI STUDIO

precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" dei C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Gli aggregati aventi tutti i requisiti richiesti devono risultare assortiti in modo tale da ottenere una granulometria complessiva che risponda alle prescrizioni di Capitolato. Lo studio di ottimizzazione dell'impasto verrà effettuato con il metodo Marshall o con il metodo della pressa giratoria fino alla determinazione dell'esatta quantità di legante occorrente.

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine. La percentuale di materiale di recupero consentita sarà tale da poter garantire alla miscela prodotta il raggiungimento di tutte le prestazioni richieste nel rispetto dei limiti minimi e massimi previsti.

Il materiale riciclato dovrà essere qualificato secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13108:8.

18.4 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'impresa è tenuta a presentare la composizione delle miscele che intende adottare, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione granulometrica e dei dosaggio in bitume alle richieste caratteristiche di stabilità, compattezza e impermeabilità.

La Direzione dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata la composizione proposta, l'impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di sabbia e dell'aggregato di più o meno 5 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di più o meno 1,5 sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita in base alla preventiva prova Marshall di più o meno 0,3%.

18.5 FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare: il perfetto essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore-, il riscaldamento dei bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio dei bitume e dell'additivo.

In apposito laboratorio installato in cantiere a cura e spese dell'impresa, dovranno essere effettuati, a discrezione della Direzione dei Lavori, ma con frequenza almeno giornaliera: - la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

- la verifica della composizione dei conglomerati (granulometria degli inerti, percentuale dei bitume, percentuale di additivo) e della stabilità Marshall, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o alla stesa;

- la verifica delle caratteristiche dei conglomerati finiti, eseguendo il prelievo a rullatura ultimata ed a conglomerato raffreddato.

A discrezione della Direzione dei Lavori dovranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche dei bitume; le temperature degli aggregati e dei bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

18.6 TRASPORTO DEGLI IMPASTI

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura avvolgente, per evitare i raffreddamenti superficiali del materiale e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale, dall'impianto al cantiere di stesa, non dovrà richiedere pertanto un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato.

In ogni caso la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà essere inferiore a 140° e 150 °C rispettivamente nel caso di impiego bitumi tradizionali o di bitumi modificati.

Si precisa pertanto che non saranno accettati conglomerati bituminosi che all'atto della stesa presentino temperature inferiori a quelle sopraindicate.

18.7 POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI

Previo accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e soffiatura, ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione in ragione di 0,5 kg/m². Immediatamente farà seguito lo stendimento dello strato di collegamento. A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Analogamente si procederà per la posa in opera dello strato di usura, previa spalmatura, sullo strato di collegamento, di una ulteriore mano di ancoraggio identica alla precedente.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione dei lavori dotate di meccanismi di autolivellazione, in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 140 gradi centigradi controllato immediatamente dietro la finitrice.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro e in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa dei conglomerati, misurata in un foro di circa 2-3 cm di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5 gradi centigradi.

Se la temperatura dello strato di posa è compresa tra 5 e 10 gradi centigradi si dovranno adottare, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, degli accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello

ENRICO DUSI STUDIO

inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'impresa.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione dei giunti longitudinali e quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

Qualora nella ' esecuzione dello strato di usura venisse a determinarsi, a causa di particolari situazioni ambientali, una sensibile differenza di temperatura fra il conglomerato della striscia già posta in opera e quello da stendere, la Direzione dei Lavori potrà ordinare il preriscaldamento, a mezzo di appositi apparecchi a radiazione di raggi infrarossi, del bordo terminale della prima striscia contemporaneamente alla stesa del conglomerato della striscia contigua.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm. La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga m 4 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzerramento.

Il manto di usura e lo strato di collegamento saranno compressi con rulli meccanici a rapida inversione di marcia. La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rulli statici o con rulli gommati tutti di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973): il valore risulterà dalla media di due prove.

La valutazione delle densità verrà eseguita su carote di 10 cm di diametro; dovrà essere usata particolarmente cura nel riempimento delle cavità rimaste negli strati dopo il prelievo delle carote.

18.8 REQUISITI PRESTAZIONALI DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

18.8.a Strato di base tradizionale e modificato

Lo strato di base ha la funzione di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli grazie alla sua resistenza meccanica e sufficiente flessibilità per poter assecondare sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito BASE TRADIZIONALE	Requisito BASE MODIFICATO
Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	$\geq 7,5$ S min7,5	$\geq 10,0$ S min10
Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	$\leq 13,5$ S max15	$\leq 15,5$ S max
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	$\geq 2,5$ Q min2,5	
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	$\leq 4,5$ Q max	
Percentuale di vuoti residui	UNI EN 12697-5,6,8	%	≥ 4 V min4 < 7 V max7	
Percentuale di vuoti residui (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31) METODO VOLUMETRICO: Condizioni di prova Valore richiesto Angolo di rotazione 1,25° ± 0,02 Velocità di rotazione 30 rotazioni/min Pressione verticale 600 KPa Diametro verticale 150 mm	UNI EN 12697-31	%	≥ 4 V min4 < 7 V max7	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	UNI EN 12697-23	N/mmq	$\geq 0,6$	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31)	UNI EN 12697-23	N/mmq	> 0,6	> 1,0
Modulo di rigidezza mediante prova IT-CY di trazione indiretta mediante provini di conglomerato bituminoso cilindrico a 20°C e 10 Hz	UNI EN 12697-26 Allegato C	MPa	≥ 3000	≥ 4000

Il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra il 4% V min4 ed il 8% V max8 (UNI EN 12697-8, UNI EN 12697-6, UNI EN 12697-5).

18.8.b Strato di collegamento (binder) tradizionale e modificato

Lo strato di collegamento binder ha la funzione di ancorare lo strato di usura a quello di base, trasmettendo l'azione verticale dei carichi. L'elevata resistenza meccanica e la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli, sono le sue caratteristiche principali.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito BASE TRADIZIONALE	Requisito BASE MODIFICATO
------------------	-----------	-----------------	-----------------------------	---------------------------

ENRICO DUSI STUDIO

Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	≥ 9,0 S min7,5	≥ 12,0 S min10
Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	≤ 14,5 S max15	≤ 16,0 S max
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	≥ 3,0 Q min3	
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	≤ 5,0 Q max	
Percentuale di vuoti residui	UNI EN 12697-5,6,8	%	≥ 3 V min3 < 7 V max7	
Percentuale di vuoti residui (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31) METODO VOLUMETRICO: Condizioni di prova Valore richiesto Angolo di rotazione 1,25° ± 0,02 Velocità di rotazione 30 rotazioni/min Pressione verticale 600 KPa Diametro verticale 150 mm	UNI EN 12697-31	%	≥ 3 V min3 < 7 V max7	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	UNI EN 12697-23	N/mmq	≥ 0,7	≥ 1,0
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31)	UNI EN 12697-23	N/mmq	> 0,7	> 1,0
Modulo di rigidezza mediante prova IT-CY di trazione indiretta mediante provini di conglomerato bituminoso cilindrico a 20°C e 10 Hz	UNI EN 12697-26 Allegato C	MPa	≥ 3200	≥ 4200

18.8.c Strato di usura e usura fine tradizionale e modificato

Lo strato di usura detto anche tappeto di usura è la parte superficiale della pavimentazione soggetta all'usura del traffico e sottoposta agli agenti atmosferici.

La sua funzione è quella di sopportare le sollecitazioni tangenziali e verticali dei carichi, offrire aderenza ai pneumatici e nel contempo impermeabilizzare gli strati sottostanti. Elevata resistenza meccanica, rugosità superficiale e compattezza sono gli elementi che lo caratterizzano.

Parametro misura	Normativa	Unità di misura	Requisito BASE TRADIZIONALE	Requisito BASE MODIFICATO
Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	≥ 10,0 S min10	≥ 12,0 S min10
Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	kN	≤ 15,0 S max15	≤ 16,0 S max
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	≥ 3,0 Q min3	
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	≤ 5,0 Q max	
Percentuale di vuoti residui	UNI EN 12697-5,6,8	%	≥ 3 V min3 < 6 V max6	
Percentuale di vuoti residui (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31) METODO VOLUMETRICO: Condizioni di prova Valore richiesto Angolo di rotazione 1,25° ± 0,02 Velocità di rotazione 30 rotazioni/min Pressione verticale 600 KPa Diametro verticale 150 mm	UNI EN 12697-31	%	≥ 3 V min3 < 6 V max6	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	UNI EN 12697-23	N/mmq	≥ 0,8	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (provini confezionati con compattatore giratorio a 180 cicli secondo UNI EN 12697-31)	UNI EN 12697-23	N/mmq	> 0,8	> 1,0
Modulo di rigidezza mediante prova IT-CY di trazione indiretta mediante provini di conglomerato bituminoso cilindrico a 20°C e 10 Hz	UNI EN 12697-26 Allegato C	MPa	≥ 3500	≥ 4500
Coefficiente di aderenza trasversale (misurato con apparecchio portatile a pendolo) - Strato appena finito - a 2 mesi dalla stesa		BPN		> 55 > 52
Tessitura geometrica (macro-rugosità)		HS		> 0,40

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder), e di usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto di eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutte le forniture, prestazioni ed oneri richiamati nei rispettivi articoli di elenco e nei relativi articoli delle presenti Norme.

Art. 19 MANTI DI USURA TIPO GAP GRADED CONFEZIONATI A TIEPIDO CONTENENTI FRESATO E ADDITIVI VATI CON POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO DRY

I manti di usura tipo gap graded realizzati con conglomerati bituminosi a tiepido contenenti materiale fresato e additivati con polimeri SBR/NR fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di nuova generazione, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali a bassa emissione sonora. Tali manti sono delle miscele che, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla presenza del polimero SBR/NR, consentono di ottimizzare le prestazioni acustiche senza pregiudicare la durabilità, la stabilità e la sicurezza della circolazione. A differenza dei conglomerati bituminosi tradizionali, in queste miscele una parte dell'inerte è costituito da polimeri. Il polimero SBR/NR proveniente dal riciclaggio di pneumatici fuori uso è additivato agli aggregati lapidei presso l'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso tramite processo dry.

L'impiego in tali miscele di bitumi ad alta lavorabilità o di particolari tipi di additivi consente di ottenere il cosiddetto conglomerato bituminoso tiepido, caratterizzato da temperature di miscelazione e di posa di circa 30–40 °C inferiori rispetto ad un conglomerato bituminoso tradizionale a caldo.

I conglomerati bituminosi utilizzati per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded contenenti materiale fresato e additivati con polimero SBR/NR secondo processo dry, aventi spessori in opera di almeno 30 mm, sono composti da una miscela costituita da inerti lapidei di primo impiego (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie e filler), da materiale fresato (materiale proveniente da fresatura stradale adeguatamente selezionato) e da polimero SBR/NR. La miscela è prodotta in appositi impianti a temperature inferiori rispetto ad un conglomerato tradizionale mediante l'impiego di bitumi modificati ad alta lavorabilità o mediante l'aggiunta di specifici additivi. Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per una più semplice manutenzione. Esso è stato studiato per migliorare l'aderenza, impermeabilizzare la struttura sottostante, attenuare il rumore di rotolamento degli pneumatici e ridurre le emissioni di fumi e polveri sia in fase di produzione sia durante la stesa in opera. L'impiego di polimeri provenienti dal riciclaggio di pneumatici fuori uso insieme all'impiego di materiale fresato nel confezionamento di manti di usura ad elevate prestazioni consente di limitare il consumo di materie prime non rinnovabili e costituisce una tecnica innovativa per garantire la sostenibilità ambientale delle infrastrutture. Ai vantaggi in termini acustici si aggiungono quelli derivanti dal confezionamento a temperature di circa 30–40 °C inferiori rispetto ad un conglomerato tradizionale a caldo, con conseguenti riduzioni dell'inquinamento da emissioni di fumi e polveri sia in fase di produzione sia durante la stesa in opera, tutelando gli operatori e garantendo loro una miglior qualità di lavoro; il contenimento della temperatura durante il confezionamento all'impianto e alla stesa si traduce poi in un considerevole risparmio energetico. Oltre a questi eco-obiettivi, con l'impiego dei conglomerati tiepidi è possibile realizzare pavimentazioni bituminose anche in situazioni meteorologiche sfavorevoli (durante l'autunno o l'inverno) data l'elevata lavorabilità dei materiali a basse temperature e il lento decadimento della temperatura nel tempo. Tali eco-obiettivi o eco-prestazioni dovranno essere affiancati ad elevate prestazioni fisico-meccaniche del prodotto finito tali da garantire una pavimentazione più sicura e più durevole.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

La composizione granulometrica della miscela deve essere studiata in volume e non in massa; ciò è essenziale, in fase di progettazione della miscela per considerare correttamente la differente massa volumica della componente litica e del polimero.

Durante la stesa del manto di usura saranno effettuate, sotto la responsabilità del partner di progetto Ecopneus, misure di qualità dell'aria per verificare i livelli di alcuni inquinanti. A tal fine sarà richiesto ai lavoratori dell'impresa di indossare dei dosimetri per valutare l'esposizione durante l'esecuzione dei lavori. I dati, nel rispetto della normativa sulla privacy saranno raccolti in modo anonimo e saranno impiegati solo ai fini di ricerca nell'ambito del progetto Nereide.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

19.1 AGGREGATI

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo gap graded confezionati a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry è costituita da aggregati lapidei di primo impiego, da materiale fresato adeguatamente selezionato e da polimeri SBR/NR.

Gli aggregati lapidei di primo impiego dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/13 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.

AGGREGATI LAPIDEI DI PRIMO IMPIEGO

Gli aggregati lapidei di primo impiego sono costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con "D" minore o uguale a 45 mm e con "d" maggiore o uguale a 2 mm, dove con "D" si indica la dimensione dello staccio superiore e con "d" quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043. Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basalti porfidi, inerti artificiali da forno elettrico), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 1.1. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 1 0 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 44 .

Tabella 1.1 Requisiti dell'aggregato grosso

ENRICO DUSI STUDIO

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	< 20	LA20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	C100/0
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	–
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	< 4	F4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	–
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	< 1	f1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 20	FI20
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	< 15	SI15
Porosità	UNI EN 1936	%	< 1,5	–
PSV	UNI EN 1097-8	–	< 44	PSV44

Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con “D” minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm. Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 1.2.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≥ 44 .

Tabella 1.2 Requisiti dell'aggregato fine

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	–
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f3

Il filler, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 1.3.

Tabella 1.3 Requisiti del filler

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	–
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	–
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	–
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 – 45	V28f45
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 – 16	AR&B8/16

CONGLOMERATO RICICLATO

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo) adeguatamente selezionato per classi granulometriche e per luogo di provenienza. 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 Tabella 1.4.

Per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded può essere utilizzato conglomerato riciclato proveniente da vecchi strati di usura realizzati con aggregati basaltici e avente dimensione massima dell'aggregato post estrazione di bitume (UNI EN 933-1, UNI EN 12697-2) pari a 8 mm.

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Tabella 1.4 Composizioni indicative dei formulati per manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)
> 80	< 20

ADDITIVO POLIMERICO

Gli additivi polimerici elastomerici (tipo SBR/NR) saranno forniti in granuli ed in qualità di “materia prima” accompagnati da certificato di prodotto ISO (rilasciato da un Ente di Certificazione notificato).

L'additivo polimerico, ottenuto da riduzione preferibilmente meccanica (taglio a temperatura ambiente) di pneumatici fuori uso di automobili

ENRICO DUSI STUDIO

o autocarri, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- massa volumica apparente dei granuli pari a $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;
- quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
- contenuto di gomma > 50%;
- contenuto di altri inquinanti complessivamente $\leq 0,05\%$ in peso;
- assenza di polimeri di composizione chimica diversa dagli elastomerici;
- granulometria: 0/1 mm.

Il granulato polimerico dovrà essere introdotto nella miscela in quantità non inferiori al 0,5% in peso rispetto al totale di aggregati componenti la miscela.

La granulometria e l'effettiva percentuale del granulato polimerico da additivare dovranno essere determinati mediante lo studio della miscela nel rispetto dei requisiti previsti nelle presenti specifiche tecniche.

19.2 LEGANTE

Per il confezionamento di manti di usura gap graded a temperature inferiori a quelle dei conglomerati bituminosi tradizionali è previsto l'impiego di bitumi tradizionali per basse temperature o l'aggiunta di additivi alla miscela al fine di ridurre le temperature di miscelazione e posa in opera del conglomerato. L'impiego dei bitumi tradizionali a bassa temperatura o di alcuni specifici additivi da aggiungere direttamente nella miscela consentono di abbassare la temperatura di produzione e di stesa e compattazione del conglomerato bituminoso, fornendo al contempo un'azione rigenerante e un consistente contributo in qualità di attivante di adesione.

La quantità di effettivo impiego del bitume ad alta lavorabilità o dell'additivo deve essere determinata mediante la valutazione delle caratteristiche di lavorabilità da misure di sforzo di taglio con dispositivo GPDA (Gyratory Pressure Distribution Analyzer). Tale quantitativo deve garantire valori degli indici N92 e CF113, determinati sulla miscela addensata con Pressa Giratoria ad una temperatura di 130°C , non superiori del 20% rispetto agli stessi indici determinati sulla miscela addensata a 165°C . La percentuale di bitume delle miscele sarà quella di effettivo impiego di cui al 3.1.

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri SBS le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella 1.5.

Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/17 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 1259, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

Tabella 1.5 Requisiti dei bitumi tradizionali per manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry

secondo processo dry			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023
Requisiti essenziali			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 – 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	45 - 60
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua UNI EN 1426	%	≥ 40
	Incremento del punto di ram- mollimento UNI EN 1427	°C	≤ 9
Altre proprietà			
Punto di rottura (Fraass) min	UNI EN 12593	°C	≤ -6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	---
Ulteriori richieste tecniche			
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 14023	Pa x s	0.03-0.10

19.3 MISCELA

La miscela composta dagli aggregati di primo impiego, dal materiale fresato post estrazione di bitume e dal polimero SBR/NR da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo gap graded confezionati a tiepido deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 1.6.

Prima del suo reimpiego, il materiale da riciclare deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni maggiori del diametro massimo previsto per la miscela.

Gli strati di usura tipo gap graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 1.6. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

Tabella 1.6 Requisiti granulometrici della miscela per conglomerati tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry

ENRICO DUSI STUDIO

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso (%)
Staccio	8	100
Staccio	6,3	80 – 100
Staccio	4	40 – 60
Staccio	2	18 – 33
Staccio	1	13 – 22
Staccio	0,5	10 – 18
Staccio	0,25	8 – 15
Staccio	0,125	7 – 13
Staccio	0,063	7 – 12
Percentuale di bitume		6,5% – 9%
Percentuale di polimero SBR/NR		1% – 3,0%
Spessore (mm)		≥ 30

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry sono riportate nella Tabella 1.7.

Tabella 1.7 Requisiti della miscela per conglomerati tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry studiata con metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	9 – 13
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	4 – 7
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,5
Modulo di rigidezza IT-CY a 20° su provini confezionati con pressa giratoria a 50 rotazioni diametro 150 mm	MPa	> 4000
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	40 – 120
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8 (**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con DG (***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

Coefficiente di Trazione Indiretta: CTI =
$$\frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot DC}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

DC = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono

ENRICO DUSI STUDIO

(aggregati, conglomerato riciclato, polimero SBR/NR, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. La D.L., in contraddittorio con l'Impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare 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. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume, determinata secondo UNI EN 12697-1, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

I precedenti valori percentuali degli scostamenti sono in peso, rispetto al totale di aggregati (lapidei e polimerici) componenti la miscela, e devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

19.4 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'eventuale additivo. Nel caso di impiego di additivo per la riduzione della temperatura di produzione e di stesa, esso sarà aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione dopo una prima fase di miscelazione in cui gli inerti sono stati completamente e uniformemente rivestiti con il legante.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori la produzione deve essere sospesa.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

Gli aggregati lapidei di primo impiego, passando attraverso il cilindro essiccatore, saranno portati alla temperatura di miscelazione. Una volta scaricati, insieme al filler e al polimero SBR/NR, nel mescolatore saranno miscelati con il legante per un tempo non inferiore ai 30 secondi.

L'immissione del polimero SBR/NR deve avvenire mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, in modo tale da garantire con precisione la quantità prevista, anche in presenza di variazioni della quantità della miscela prodotta. Qualora non fosse possibile disporre all'impianto di un sistema automatizzato, sarà possibile aggiungere il polimero SBR/NR in sacchi predosati da inserire manualmente attraverso lo sportello del mescolatore all'impianto.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 130°C e 140°C e quella del legante tra 160°C e 180°C .

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

19.5 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI STESA

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso per manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR secondo processo dry va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di $1,8\text{ mm/m}$ e di $2,0\text{ mm/m}$, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Prima di iniziare la stesa dei manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBR/NR è necessario stendere una adeguata mano d'attacco, realizzata con emulsione tradizionale, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente e prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti.

La mano d'attacco sarà eseguita in ragione di $1,0\text{ Kg/m}^2$ mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Si potrà realizzare la mano d'attacco utilizzando una emulsione con le caratteristiche minime previste dalla Tabella 1.8 stesa mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di $1,0\text{ Kg/m}^2$ e successive spandimento, se necessario di filler.

L'emulsione impiegata per le mani di attacco dovrà essere qualificata in conformità alla direttiva CPR 305/17 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

ENRICO DUSI STUDIO

Tabella 1.8 Caratteristiche minime di accettazione dell'emulsione di tradizionale

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 60
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	≤ 40
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm	≤ 100
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 46
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	≤ -8

19.6 POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La posa in opera dei manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBRfNR secondo processo dry viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 120 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15 t. Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto, determinata a 50 rotazioni con pressa giratoria.

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 dello strato deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dello strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

19.7 CONTROLLI

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo gap graded a tiepido contenenti fresato e additivati con polimeri SBRfNR secondo processo dry e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito con laboratorio mobile.

19.7.a CONTROLLO DELLE FORNITURE

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità degli aggregati lapidei di primo impiego, del materiale fresato e dell'additivo polimerico deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

19.7.b CONTROLLO DELLA MISCELA PRELEVATA AL MOMENTO DELLA STESA

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato in Tabella 1.10. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

ENRICO DUSI STUDIO

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 3.

Per i valori di ITS e ITSR non sono ammesse tolleranze. Valori di ITS o ITSR inferiori ai valori di soglia di non accettabilità riportati in Tabella 1.7 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Tabella 1.10 Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 1.11.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Tabella 1.11 Controlli prestazionali sullo strato finito

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2500 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote per vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2500 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza, macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 1.12. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 60. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

In affiancamento alla classica prova di skid test, sarà eseguito un rilievo ad alto rendimento attraverso l'apparecchiatura SCRIMTEX su tutte le tratte realizzate con passo di campionamento (valore di CAT) ogni 10 m.

Sarà analizzato con precisione il coefficiente di aderenza della superficie stradale in modo continuo. L'aderenza è fornita dalle proprietà di resistenza allo slittamento della superficie stradale; un valore sufficientemente elevato di questo parametro migliora la sicurezza della strada e contribuisce a diminuire il numero degli incidenti. L'apparecchiatura utilizzata per questo genere di analisi è lo SCRIMTEX, un'apparecchiatura ideata per la misura contemporanea del coefficiente di aderenza trasversale (secondo UNI CEN/TS 15901-6:2010 ex CNR B.U. 147/1992).

La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a 60 ± 5 km/h.

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Tabella 1.12 Controllo delle caratteristiche superficiali

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 60
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	HS ≥ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,21
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	SP ≥ 45 km/h
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	CAT ≥ 58

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre provini con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei provini così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono soddisfare quelli riportati in Tabella 1.13.

ENRICO DUSI STUDIO

Tabella 1.13 Controllo delle capacità di fonoassorbimento

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$	$a \leq 0,20$

Regolarità

L'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, dovrà essere:

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. Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" non superiore a 10 cm. I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale 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 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo. Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 5.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'1,5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 2% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori medi di HS o SP, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti, allo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà applicata una detrazione del 15 % del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia) per ogni 0,1 mm di HS in meno o una detrazione del 1,5% per ogni unità di SP in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 15%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 50

F60 = 0,14

HS = 0,4 mm

Sp = 34 km/h

CAT = 40

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o SP), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 1% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia) per ogni 0,1 mm/m di IRI in eccesso, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e 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.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 20 CERTIFICAZIONI E PROVE SUI PACCHETTI STRADALI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, l'Appaltatore dovrà esibire alla D.L., prima dell'impiego, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o alla loro composizione, agli impianti o ai 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 o da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

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

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Le prove di verifica della natura e delle qualità dei materiali utilizzati saranno in numero e tipologia rispondenti ai criteri elencati nel seguito.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti, 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.).

L'Appaltatore è obbligato 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.

Piano di posa del rilevato:**Prove in sito**

- una prova di carico su piastra e una prova di densità in sito ogni 1.500 mq

Corpo del rilevato:**Prove di laboratorio**

- analisi granulometrica : ogni 20.000 mc
- determinazione del contenuto in acqua : ogni 20.000 mc
- determinazione della densità massima AASHO modificata: una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 10.000 mc per i successivi metri cubi

Prove in sito

- determinazione della densità in sito: una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 5.000 mc per i successivi metri cubi

Ultimo strato di 30 centimetri del rilevato (piano di posa della fondazione stradale)**Prove di laboratorio**

- determinazione della densità massima AASHO modificata: una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.500 mc per i successivi metri cubi

Prove in sito

- determinazione della densità in sito: una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 1.000 mc per i successivi metri cubi
- prova di carico con piastra : una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.000 mc per i successivi metri cubi

Fondazione in materiale arido**Prove di laboratorio**

- analisi granulometrica : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa:
 - 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

Prove in sito

- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 1.500 mq di stesa

Fondazione in misto cementato**Prove di laboratorio**

Dovranno essere eseguite sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione, con la frequenza indicata nella tabella sottostante.

ENRICO DUSI STUDIO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 mq di stesa
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 mq di stesa
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice (al momento della stesa)	Giornaliera oppure Ogni 5000 mq di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure Ogni 5.000 mq di stesa

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

In aggiunta, su campioni della miscela preparati secondo una delle procedure indicate nelle norme UNI EN 13286/50-51-52-53, deve essere sperimentalmente determinato il parametro "Modulo elastico" ai sensi della Norma UNI EN 13286/43. Fra le metodologie indicate dalla Norma dovrà essere utilizzata quella riportata nel paragrafo 5 "Determinazione mediante Prova di Trazione Indiretta" (di cui alla Norma UNI EN 13286/42). Il "Modulo elastico" dovrà possedere valori correlabili (anche empiricamente) con le prescrizioni relative al Modulo Dinamico riportate nell'elaborato di calcolo della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

Sui campioni saranno effettuati i controlli di:

- percentuale di cemento : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- analisi granulometrica : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

Prove in sito

- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata, oppure due prove ogni attraversamento
- determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della resistenza a trazione indiretta (brasiliiana) della miscela a 7 giorni di maturazione : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- verifica delle caratteristiche geometriche:
superficie,
spessore, verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata: eventuali tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti.

Inoltre, su richiesta della Direzione Lavori potranno essere eseguite prove dinamiche, sulla pavimentazione interamente realizzata, mediante apparecchiatura ad alto rendimento (FWD – Deflettometro a massa battente), volte a dimostrare la corrispondenza fra moduli dinamici in situ e moduli di calcolo, sulla base di back analysis fondata su modelli contemplanti idonee leggi costitutive per i materiali testati. Prove eseguite con deflettometro portatile a massa battente (PFWD) da 15 kg dovranno sempre garantire, sulla superficie dello strato finito, un valore di Modulo Evd (ai sensi della specifica tedesca TP BF – StB Teil B 8.3) non inferiore a 100 ± 10 MPa.

Stabilizzato**Prove di laboratorio**

- analisi granulometrica : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

Dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle preventivamente accertate in laboratorio mediante le seguenti prove:

- 1) granulometria compresa nel fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- 2) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature, con perdita in peso inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972), misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 ASTM, compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia, pari a 65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma;
- 6) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50; inoltre viene richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento;
- 7) prova di costipamento delle terre, con energia AASHTO modificata (CNR 69 – 1978). Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D). Se le miscele contengono oltre il

ENRICO DUSI STUDIO

60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35.

Prove in sito

- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 1.500 mq di stesa
- verifica delle caratteristiche geometriche: superficie, spessore, verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata: eventuali tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti.

Strato di base

Prove di laboratorio

- verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- determinazione della perdita in peso per abrasione mediante l'apparecchio "Los Angeles" (CNR B.U. 34/73)
- verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- determinazione della resistenza a trazione indiretta e della deformazione a rottura (CNR B.U. 134/9 1)
- verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 - 1992);
- caratteristiche del legante bituminoso, e precisamente:
 - Penetrazione a 25°C (CNR B.U. 24/7 1);
 - Punto di rammollimento con il metodo "palla e anello" (CNR B.U. 35/73);
 - Punto di rottura Fraass (CNR B.U. 43/74);
 - Perdita per riscaldamento (volatilità: CNR B.U. 50/76); il residuo deve poi essere sottoposto alle prove di penetrazione e rottura, per verificare che le caratteristiche reologiche non siano cambiate eccessivamente;
 - Contenuto di paraffina (CNR B.U. 66/78).

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Dovranno inoltre essere preparati dei campioni della miscela con pressa giratoria ai sensi della Norma UNI EN 12697/31 "Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Preparazione del provino con pressa giratoria"; i provini dovranno essere confezionati al 98% della densità Dg, determinata dopo 143 giri. Su detti campioni verrà sperimentalmente determinato il parametro "Rigidità" ai sensi della Norma UNI EN 12697/26 (tale parametro è ivi inteso come valore assoluto del modulo complesso o come valore del modulo secante, a seconda della procedura di prova). Fra le metodologie indicate dalla Norma dovrà essere utilizzata quella riportata in Annesso C "Metodo IT-CY, Prova di Trazione Indiretta su provini cilindrici". La "Rigidità" dovrà soddisfare le prescrizioni relative al Modulo Dinamico riportate nell'elaborato di calcolo della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per controlli alla stesa.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Prove in sito

- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 1.500 mq di stesa
- verifica delle caratteristiche geometriche: superficie, spessore, verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata: eventuali tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti.

Strati di collegamento (binder) e di usura

Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni previste per lo strato di base. Per lo strato di usura va aggiunta la prova per la determinazione della deformazione delle miscele di aggregati lapidei e bitume sotto carico statico, secondo le modalità e i valori di riferimento indicati in CNR B.U. 136/91.

Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni previste per lo strato di base. Per lo strato di usura vanno aggiunte le seguenti due prove:

- determinazione della macrorugosità con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. 94/83), verificando che sia rispettato il valore minimo HS pari a 0,4mm;
- misura della resistenza di attrito radente mediante l'apparecchio portatile a pendolo (skid tester), secondo le modalità e i valori di riferimento indicati in CNR B.U. 105/85.

20.1 DENSITÀ IN SITO

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22.

ENRICO DUSI STUDIO

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

20.2 PROVE SU PIASTRA

La prova su piastra consente una valutazione dello stato di compattazione del terreno. E' prevista l'effettuazione di due cicli di carico: il primo per la determinazione del modulo di deformazione (Md) calcolato in corrispondenza di un incremento di carico Δp di 0,10 N/mm², il secondo per la determinazione del grado di costipamento attraverso il rapporto $Md/M'd$ (≤ 1) dove $M'd$ è il modulo di deformazione calcolato nel secondo ciclo.

Il modulo di deformazione (Md) è la misura convenzionale della capacità portante di una superficie, sia essa sottofondo, strato di fondazione o strato di base espresso in N/mm².

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

La portanza degli strati di fondazione dovrà essere verificata sul sito: dalle prove di carico su piastra da 30 cm dovrà risultare, sopra il piano di fondazione, un modulo di deformazione minimo di:

Md min > 15-30 MPa (150-300 kg/cm²) per i piani di posa del terreno di sottofondo.

Md min > 80 MPa (800 kg/cm²) per i piani di posa degli strati di fondazione.

Md min > 100 MPa (1000 kg/cm²) per i piani di posa degli strati di base.

Md min > 150 MPa (1500 kg/cm²) sopra lo strato di fondazione in misto cementato.

misurati al primo ciclo di carico e in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 MPa (1.5-2.5 kg/cm²).

20.2.a Condizioni operative

Preparare la superficie della zona da testare eliminando eventuali irregolarità superficiali mediante un sottile strato di sabbia di circa 1÷5 mm. Predisporre un contrasto fisso (ex parte posteriore di un autocarro carico di terra) pari ad un carico almeno doppio di quello massimo esercitato sulla piastra.

20.2.b Procedura

Posizionare la piastra da Ø750 mm sulla superficie dello strato di prova verificando che appoggi interamente sulla superficie e che sia in posizione orizzontale.

Predisporre il martinetto idraulico con snodo sferico posizionandolo al centro della piastra portando a contatto con il contrasto, se necessario si possono usare delle prolunghe. La misura del cedimento può essere effettuata in due modi: con la Procedura A mediante 1 sensore centesimale o con la Procedura B usando 3 sensori centesimali.

Il braccio del sensore viene a sua volta fissato alla barra di riferimento i cui appoggi devono distare dai bordi delle aree caricate (piastra e ruote o altro supporto del contrasto) non meno di 1 m per la piastra e di 0,50 m per le ruote. Il complesso di misura dei cedimenti (trave, braccio, sensore) deve essere riparato dai raggi diretti del sole, da scosse e da vibrazioni. Occorre evitare, inoltre, qualsiasi circolazione in prossimità del posto di misura.

Predisporre la barra di riferimento su cui sono installati nel caso della Procedura B 3 sensori centesimali posti a 120° sul perimetro della piastra, a circa 5 mm dal bordo, mentre per la Procedura A il sensore sarà posizionato centralmente alla piastra mediante struttura apposita. Indipendentemente dalla procedura adottata, si libera la cerniera sferica e si applica, agendo sul martinetto, un carico di assetto di 0,02 N/mm² complessivamente, ossia compreso il carico dell'apparecchiatura gravante sulla superficie da provare e non misurata dal dinamometro.

Si attende che i cedimenti si siano esauriti (ossia quando la differenza di due letture consecutive del comparatore effettuate con intervallo di 1 minuto, in relazione alle deformazioni sotto carico o allo scarico, sia di $\pm 0,02$ mm) e si azzerano i comparatori.

Si porta il carico al valore di 0,05 N/mm² e si effettua una prima lettura del comparatore (in caso di procedura A) o dei tre comparatori (in caso di procedura B), determinando in quest'ultimo caso la media dei tre cedimenti letti.

Vengono quindi applicati i seguenti incrementi di carico, effettuando ogni minuto le corrispondenti letture al/ai comparatore/i fino alla stabilizzazione dei cedimenti.

Primo ciclo: per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato gli incrementi di carico di 0,05 N/mm² fino a raggiungere la pressione di 0,20 N/mm²; per gli strati di fondazione e di base: incrementi di carico di 0,10 N/mm² fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,35 e 0,45 N/mm².

Si effettuano le letture dei cedimenti ad ogni incremento di carico, letto il cedimento relativo al carico massimo si effettua lo scarico completo, se interessa determinare solo il modulo Md, mentre qualora occorra determinare anche il modulo $M'd$, al fine di giudicare la qualità del costipamento, al termine del primo ciclo di carico, si effettua lo scarico fino alla pressione di 0,05 N/mm² e si rileva, dopo la stabilizzazione della deformazione il cedimento residuo. Partendo da queste condizioni, si inizia il secondo ciclo di carico, applicando gli incrementi di carico indicati in seguito.

Secondo ciclo: per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato gli incrementi di carico di 0,05 N/mm² fino a raggiungere la pressione di 0,15 N/mm²; per strati di fondazione e per strati di base gli incrementi di carico di 0,10 N/mm² fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,25 e 0,35 N/mm².

Si misura la temperatura dell'aria più volte nel corso della prova per accertare che essa non abbia subito variazioni sensibili. Eseguita la prova, si rimuove l'apparecchiatura e si effettua un prelievo di materiale in prossimità del punto di misura per stabilire l'umidità (CNR-UNI 10008) dello strato. Il prelievo deve interessare uno spessore di almeno 15 cm. Qualora si eseguano prove su un sottofondo la cui struttura non è nota, si dovrà eseguire uno scavo nel terreno fino alla profondità di circa 50 cm, onde rilevare la stratigrafia del terreno e controllare che sotto la piastra non vi siano ciottoli o blocchi di dimensioni maggiori a 1/3 del diametro della piastra. In tale eventualità la prova non è da considerarsi significativa e deve essere ripetuta in un altro posto opportunamente scelto. Nel caso di prove eseguite su strati di fondazione o di base si dovrà aver cura che la dimensione massima dell'aggregato in corrispondenza della zona provata non superi 1/3 del diametro della piastra.

20.2.c Apparecchiatura

Piastra d'acciaio di spessore non minore di 20 mm e da Ø750 $\pm$ 1 mm. Martinetto idraulico comandato da pompa manuale o elettrica. Manometro di classe 1 per la lettura delle pressioni o trasduttore di pressione con apposita centralina di acquisizione e lettura.

Sensori centesimali meccanici o preferibilmente sensori elettronici. Eventualmente un'unità di acquisizione e memorizzazione dei dati.

ENRICO DUSI STUDIO

20.2.d Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- nome degli sperimentatori;
- data e ora della prova;
- caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- identificazione della posizione di prova;
- temperatura ambiente;
- contenuto d'acqua del terreno;
- tipo di terreno;
- tabella dei risultati in forma tabellare e grafica;
- allegare immagini del sito e della prova.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

20.3 VERIFICA DELLO SPESSORE CON CAROTAGGIO

Lo spessore dovrà essere generalmente verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata: eventuali tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti.

In caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

Per ciascuna carota dovrà essere determinato lo spessore medio effettuando due misure diametralmente opposte; non si dovrà tenere conto di eventuali maggiori spessori rispetto a quelli di progetto o prescritti dalla Direzione Lavori.

Dalla media degli spessori medi delle carote prelevate da ciascuna tratta si ricaverà il valore dello spessore di ciascuno strato della pavimentazione.

Qualora tale valore non si discosti di oltre il 5% rispetto allo spessore di progetto lo strato verrà accettato, fatti salvi naturalmente gli effetti derivanti dalla verifica degli altri parametri.

Nel caso di scostamento superiore al 5% si applicheranno le seguenti decurtazioni sui prezzi di elenco della tratta interessata:

- scostamento > 5% < 10%: decurtazione 20%
- scostamento > 10% < 20%: decurtazione 35%.

Qualora lo scostamento fosse superiore al 20% l'Impresa, a sua totale cura e spese, dovrà provvedere alla fresatura ed al rifacimento dello strato per l'intera tratta interessata.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 21 GIUNTI DI DILATAZIONE STRADALE

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. I giunti saranno infatti attrezzati in maniera tale da impedire il libero scolo delle acque sulla sottostruttura, bensì il convogliamento delle acque lontano dalla struttura nelle sedi opportune.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 «Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali» e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

Inoltre, dovranno essere realizzati secondo le norme CNR 10018/85.

Sono a carico dell'Impresa, oltre agli oneri di posa in opera, anche le seguenti operazioni:

- preparazione del fondo di appoggio e del massello di livellamento;
- magazzino e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
 - l'adattamento dei casseri,
 - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa,
 - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio, o il fissaggio con barre filettate;
- fornitura e posa delle scossaline e profili in acciaio per la raccolta e il drenaggio delle acque di sottopavimentazione.

Qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescriverne la rettifica e l'adattamento.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**21.1 GIUNTI IN GOMMA - METALLO**

Sono giunti normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico vengono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità o la portanza della struttura elastomerica. In questo gruppo possono essere distinti due fondamentali sottogruppi in funzione del meccanismo con cui viene ottenuta la capacità di dilatazione/contrazione del giunto e precisamente:

- deformando elasticamente, con sollecitazione di tipo tagliante, idonee zone elastomeriche opportunamente predisposte,
- deformando in maniera elastica dei profili elastomerici la cui studiata geometria viene modificata da sollecitazioni di norma flessionali.

Caratteristica di questa tipologia di giunti è la presenza a livello della superficie trafficata di una serie più o meno numerosa di varchi paralleli all'asse del giunto necessari allo sviluppo delle deformazioni elastiche richieste.

Generano un certo rumore.

21.2 GIUNTI A PETTINE

Sono Giunti ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare.

Questi due elementi, fissati ognuno alla relativa testata, garantiscono, grazie ad una idonea compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni richieste al giunto.

Lo schema statico di tali giunti può essere di trave in duplice appoggio quando l'elemento a pettine posa su entrambe le testate, o a mensola quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata.

Loro caratteristica è la necessità di richiedere uno specifico dispositivo, generalmente una scossalina, per garantire l'impermeabilità del varco.

Richiedono inoltre una particolare attenzione sia nell'allineamento in fase di posa che nell'ancoraggio alla testata, soprattutto nel caso di schema strutturale a mensola.

Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

21.3 GIUNTI A PIASTRE METALLICHE

Sono quei giunti in cui una serie di piastre metalliche, nude o rivestite di gomma, tra loro vincolate forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti garantendo la continuità del piano viabile.

Sono utilizzati normalmente per grandi scorrimenti e possono essere caratterizzati da un certo ingombro in senso verticale. Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

21.4 GIUNTI AL LAMELLE (PROFILATI) TRASVERSALI

Sono i giunti in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma si da creare una superficie impermeabile caratterizzata dall'alternanza, lungo tutto lo sviluppo trasversale dei profili in acciaio e dei profili in gomma che con la loro deformabilità assicurano lo sviluppo dei scorrimenti richiesti.

ENRICO DUSI STUDIO

La portanza dei profili metallici è garantita da una struttura di sostegno, su cui i suddetti profili poggiano e scorrono, ancorata alle testate dell'opera d'arte. Anche in questo caso viene richiesta una particolare predisposizione delle testate alle quali deve essere fissata la struttura di sostegno.

Detti giunti possono essere costruiti in versioni che permettono notevoli escursioni trasversali.

Sono giunti rumorosi.

21.5 ALTRI TIPI DI GIUNTO

Sono i giunti longitudinali, in genere del tipo gomma - metallo o quelli per le fessure di affiancamento opere di due diverse carreggiate. Tipologie di giunto non contemplate nei paragrafi precedenti saranno soggette a preventiva approvazione da parte della Committente, salvo le tipologie particolari.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

21.6 POSA IN OPERA

21.6.a Piani e vani di posa

Il Fornitore del giunto dovrà presentare alla Committente entro 20 gg dall'aggiudicazione i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera riferite al giunto in posizione di apertura media. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di montaggio. Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Committente. Nel caso di manutenzioni, detti disegni saranno di volta in volta adeguati alle operazioni da compiere.

Nel caso di installazione di giunti di dilatazione su opere nuove, la posa in opera del giunto deve essere eseguita dopo la stesa della pavimentazione.

La scelta più conveniente nella realizzazione delle varie fasi esecutive è qui di seguito elencata:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- rinvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici del Fornitore e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione;
- esecuzione del giunto di cordolo.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, la posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione procedendo secondo le seguenti fasi:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, secondo il tipo di degrado riscontrato;
- getto di malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testa, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto. Nel caso di degrado profondo della testa di soletta, il ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto in betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici del Fornitore e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione;
- esecuzione del giunto di cordolo.

21.6.b Preregolazione

La preregolazione del giunto avverrà in base ai dati forniti dalla Direzione dei Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori.

La preregolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi di appoggio.

21.6.c Raccordo con la pavimentazione

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto nel caso di manutenzioni, sarà di larghezza minima di 100 mm ed andrà eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dal Fornitore e accettate dalla Committente.

La posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione, in funzione della tipologia del giunto e delle specifiche condizioni operative; tale scelta dovrà essere concordata dalla Direzione Lavori con il Fornitore.

E' compito specifico della Direzione Lavori fornire le quote di posa in opera del giunto e predisporre gli specifici controlli affinché la differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sia rispettivamente compresa tra i + 5 mm e 0 mm.

Tale prescrizione è di fondamentale importanza al fine di preservare il giunto da inutili e dannose sollecitazioni d'urto indotte dal traffico,

ENRICO DUSI STUDIO

sollecitazioni che potrebbero inficiare la funzionalità stessa del giunto.

21.6.d Sistema di raccolta delle acque

La raccolta delle acque sarà assicurata da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Entrambi i sistemi dovranno interessare tutta la larghezza dell'impalcato anche qualora il giunto sia limitato alla sola zona carrabile.

21.7 REQUISITI PRESTAZIONALI

21.7.a Continuità e movimento

Il giunto deve consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni relative delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali dovranno essere richiesti esplicitamente dal progettista. Significativi spostamenti verticali devono di norma essere impediti dal sistema di vincolo della struttura, in quanto pregiudicano la sicurezza del traffico veicolare e la durabilità del giunto stesso. Eventuali diverse esigenze dovranno essere oggetto di specifica prescrizione.

21.7.b Impermeabilità

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile; nel caso in cui ne sia invece previsto il passaggio attraverso il giunto, le acque devono essere raccolte immediatamente sotto di esso in apposita canaletta ed allontanate dalle strutture adiacenti.

Nei giunti l'impermeabilizzazione è ottenuta mediante dispositivi di sottopavimentazione realizzati con scossaline o con canali di gronda collegati senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

21.7.c Drenaggio e caditoie

Il giunto deve essere munito di dispositivo di drenaggio atto a smaltire le acque che si infiltrano al di sotto della pavimentazione stradale. I dispositivi di drenaggio non devono interferire con le strutture principali dell'opera.

Per un corretto funzionamento del sistema di drenaggio è indispensabile prevedere, nel caso non siano presenti, delle adeguate caditoie a ridosso del sistema di drenaggio del giunto.

21.7.d Aderenza

Il giunto deve garantire un'adeguata aderenza agli pneumatici dei veicoli, ed in particolare tutti i giunti longitudinali dovranno presentare opportuni risalti o irruvidimenti superficiali in modo tale da garantire un'adeguata aderenza.

21.7.e Resistenza alla corrosione

Tutte le parti metalliche soggette a corrosione devono essere protette da un idoneo ciclo protettivo.

21.7.f Manutenzioni

Il giunto non deve pregiudicare tutte le operazioni di ordinaria e straordinaria manutenzione delle opere d'arte (es.: sollevamento, ispezioni ecc.) nonché le operazioni invernali (urto di coltelli spazzaneve).

21.7.g Prescrizioni acustiche dei giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive 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 potrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto ordinariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. 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 I della norma IEC 651 ovvero CEI 29 - 1; se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 83 1, 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 veicolo leggero 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 D.L. 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 secondi relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità o altre definite con la Committente 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:

- in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
- in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

effettuata con questa modalità o altre definite con la Committente, 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).

La D.L. qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove.

ENRICO DUSI STUDIO

21.8 MATERIALI – REQUISITI E PENALI*21.8.a Giunto stradale*

Elemento tipo Algaflex T 50 di dilatazione ed impermeabilità a livello pavimentazione per impalcati di ponti e viadotti con travate in c.a. o c.a.p. o strutture miste in acciaio - c.a., adatto per assorbire scorrimenti degli impalcati fino a 50 mm, costituito da:

- elemento deformabile in gomma rinforzato con inserti metallici vulcanizzati. Gli inserti metallici devono essere interamente conglobati nella gomma per evitare corrosioni; essi devono essere inoltre disposti in modo tale che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente almeno un inserto metallico;
- sistema di ancoraggio realizzato mediante tirafondi in acciaio di idonee dimensioni, e ancorati con resine epossidiche, completi di dadi e rondelle;
- Sistema di drenaggio costituito da una membrana di neoprene di spessore minimo di 2 mm e tubi di drenaggio. Il giunto dovrà essere posato a quota pavimentazione completa (binder+usura) dell'opera d'arte senza creare dislivelli e cercando di ottenere la massima complanarità fra pavimentazione e giunto.

Il giunto è costituito da materiali aventi le seguenti caratteristiche:

1. gomma naturale (durezza shore A 60; rottura 170 kg/cmq; allungamento 450%)
2. laminati (Fe 430; UNI-EN 10025/95)
3. tirafondi a tutto filetto (C40 trattamento anticorrosivo Dacromet 320)
4. dadi e rondelle (Fe 60 trattamento Dacromet 320)
5. resine epossidiche additate con quarzo di adeguata granulometria

La fornitura in opera comprende:

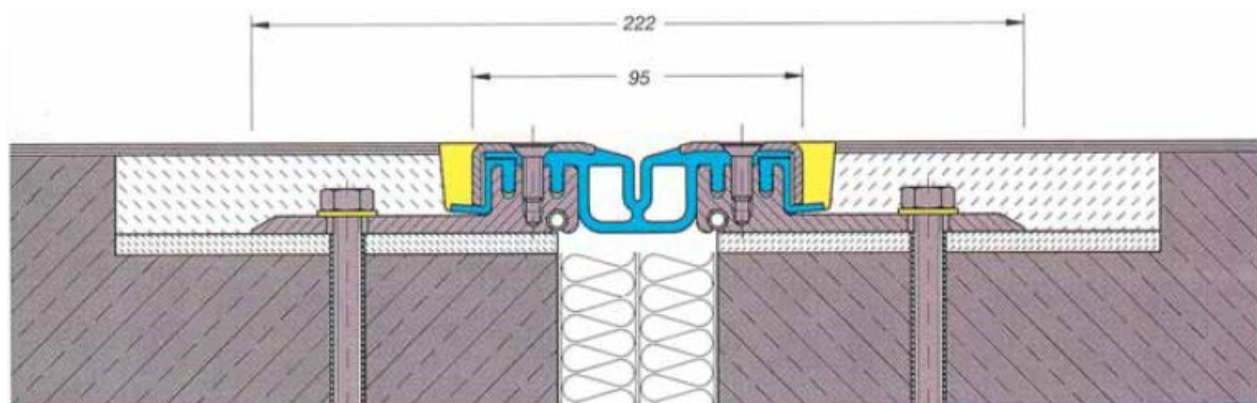
- a) taglio con idonea segatrice a disco della pavimentazione in conglomerato bituminoso per tutta la larghezza e lunghezza necessaria, demolizione e trasporto a discarica;
- b) preparazione dell'estradosso della soletta interessata al giunto, mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa;
- c) fornitura e posa di scossalina impermeabile in neoprene, spessore minimo 2 mm;
- d) fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio compreso di ancoraggi alle solette e il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica.

*21.8.b Giunto di dilatazione a tenuta per pavimenti impermeabilizzati superficialmente***DESCRIZIONE DEL PRODOTTO**

Elemento tipo MIGUTAN FP 90 NI con guaine corte della Joint o similare per giunti di larghezza fino a 60 mm, costituito da:

- profilo portante in alluminio con ali di fissaggio preforate, angolari di protezione in vista in acciaio inox da 2.5 mm di spessore,
- elementi di tenuta in gomma,
- inserti metallici vulcanizzati interamente conglobati nella gomma per evitare corrosioni e disposti in modo tale che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente un inserto metallico.

Le armature metalliche in corrispondenza della fenditura della struttura devono essere dimensionate per sopportare i carichi stradali previsti.

**DATI TECNICI**

ENRICO DUSI STUDIO

Profilo	Larghezza max giunto [mm] b_{max}	Movimento totale del profilo [mm] Δb_{max}	Larghezza visibile del profilo [mm] b_s	Larghezza totale del profilo [mm] b_t	Altezza totale del profilo [mm] h	Portata ⁽¹⁾ [kN] 	Portata ⁽²⁾ [kN] 	Portata ⁽³⁾ [N/mm] 
FP 90/25 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	25	600	130	-
FP 90/35 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	35	600	130	-
FP 90/45 NI gc	60	40 (± 20)	95	211	46	300	70	-
FP 90/60 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	60	300	30	-
FP 90/80 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	81	120	30	-
FP 90/95 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	97	60	-	-
FP 90/115 NI gc	60	40 (± 20)	95	222	117	60	-	-

Capacità di caricoPortata⁽¹⁾: automezzi (DIN 1072)Portata⁽²⁾: carrelli elevatori (DIN 1055) - carico su ruota pneumatica o gomma piena basato su impronta di 200x200 mmPortata⁽³⁾: carico per unità di larghezza di ruota rigida (vulkollan, poliammide, etc.)**POSA IN OPERA**

Si prevedono le seguenti lavorazioni:

- eventuale rimozione del giunto esistente da sostituire e della scossalina in acciaio inox all'intradosso della soletta,
- taglio con idonea segatrice a disco della pavimentazione, per tutta la larghezza e lunghezza necessarie, demolizione e trasporto a discarica, la preparazione dell'estradosso della soletta mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa,
- verifica e integrazione dello strato di guaina impermeabilizzante inferiore,
- esecuzione di strato di malta cementizia per la formazione del piano di posa, di spessore variabile, dosata a 300 kg di cemento per mc di sabbia, con funzione di cuscinetto tra soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio,
- fornitura e posa in opera del giunto impermeabile mediante tasselli di fissaggio M10/70 mm secondo quanto specificato nei disegni dalla ditta fornitrice e quanto ordinato dalla D.L.,
- risarcitura con malta cementizia tissotropica fibrorinforzata,
- risarcitura di interstizi tra il giunto e il riempimento in malta con sigillante poliuretanico monocomponente ad alto modulo elastico,
- applicazione di armatura di rinforzo costituita da tessuto non tessuto di poliestere, peso 130 g/mq, legata mediante stesa di impermeabilizzante poliuretanico bicomponente autolivellante, dato come primer con adeguata percentuale di diluizione e a ricoprimento,
- installazione di nuova scossalina in acciaio inox all'intradosso della soletta, in sostituzione dell'esistente rimossa.

Tutti i materiali da utilizzare dovranno essere preventivamente accettati dalla D.L.

21.8.c Giunto di dilatazione da marciapiede

Elemento costituito da lamiere sagomate in alluminio, con superficie antisdrucciolo (compreso il proseguimento del sistema di raccolta delle acque del giunto stradale (scossalina), il fissaggio alla sovrastruttura con idonei ancoraggi meccanici ed il risvolto laterale sul marciapiede.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 22 DIAFRAMMI IN C.A.

I requisiti di base per i materiali e per la tecnologia esecutiva delle opere sono di regola definiti dal progettista nelle tavole del progetto esecutivo; se non riportati su queste tavole, tali indicazioni possono essere definite dall'Appaltatore e sono da sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione. Nel seguito saranno date, laddove ritenute opportune, delle indicazioni di riferimento per l'Appaltatore, da considerarsi di minima e da utilizzare laddove non in contrasto con quanto riportato sugli elaborati grafici.

Per diaframma a parete continua si intende una paratia realizzata asportando il terreno naturale e sostituendolo con un conglomerato cementizio adeguatamente armato, così come definito al § 3.1 della norma europea UNI EN 1538.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le normative cogenti a livello nazionale in merito ai contenuti delle presenti prescrizioni; a queste si aggiungeranno tutte le norme e le istruzioni tecniche non cogenti che verranno richiamate nei successivi paragrafi.

In aggiunta dovranno essere rispettate le seguenti normative e prescrizioni, compresi gli eventuali aggiornamenti, modifiche ed integrazioni:

- UNI EN 1538:2002. 01/05/02. Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Salvo diverse indicazioni del presente Capitolato, i materiali utilizzati dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1538.

22.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

La classe e le caratteristiche dei conglomerati cementizi impiegati per la formazione dei diaframmi dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, con particolare attenzione all'aggressività dell'ambiente stesso (suolo e acqua freatica), in conformità con § 4.1 della UNI EN 206.

Si dovranno rispettare le prescrizioni del § 6.5 della UNI EN 1538, relativamente alle indicazioni generali (§ 6.5.1), agli aggregati (§ 6.5.2), al contenuto di cemento (§ 6.5.3), agli additivi (§ 6.5.5 e le norme UNI di riferimento).

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0.50, comprendendo l'umidità degli inerti nel peso dell'acqua (a differenza di quanto indicato al § 6.5.4 della UNI EN 1538).

Per quanto riguarda la lavorabilità del calcestruzzo fresco, i valori consigliati al § 6.5.6 della UNI EN 1538 dovranno essere considerati come prescrizione.

22.2 FANGHI BENTONITICI

I controlli sui fanghi bentonitici saranno atti a determinare i parametri di seguito specificati:

- caratteristiche della bentonite in polvere;
- caratteristiche dell'acqua per il confezionamento;
- caratteristiche del fango bentonitico fresco;
- caratteristiche del fango bentonitico all'interno dello scavo.

BENTONITE IN POLVERE

La bentonite avrà le caratteristiche minime indicate nella tabella seguente:

Caratteristiche	Accettabilità
Residuo al vaglio da 10.000 maglie cm ²	≤ 1%
Tenore di umidità	≤ 15%
Limite di liquidità	≥ 400%
Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata	≥ 40"
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	≤ 2%
Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30' a 7 bar	≤ 18 cc
pH dell'acqua filtrata	7 ≤ pH ≤ 9
Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa	≤ 2.5 mm

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

CARATTERISTICHE DELL'ACQUA PER IL CONFEZIONAMENTO DEI FANGHI

ENRICO DUSI STUDIO

I limiti di accettabilità dell'acqua per il confezionamento dei fanghi bentonitici sono riportate nella tabella che segue.

Caratteristiche	Accettabilità
Contenuto di solfati (come SO ₃)	≤ 20 mg/l
Contenuto di cloruri (lone CL)	≤ 20 mg/l
Sostanze sospese	≤ 2 g/l

PREPARAZIONE FANGHI BENTONITICI

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite sopra descritta in acqua chiara di cantiere, con eventuale impiego di additivi non flocculanti.

Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.

Qualunque variazione in sede esecutiva, dovuta ad esempio a problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione, dovrà essere comunicata alla Direzione Lavori per approvazione.

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

- dosatori - mescolatori automatici (è ammesso, l'impiego di mud-hopper);
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero;
- dissabbiatori;
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere;
- bentonite in polvere;
- additivi eventuali inerti (disperdenti, sali tampone, etc.).

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata nella perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

CONTROLLI SUL FANGO

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti indicati al § 6.3.1 della UNI EN 1538. Qualunque variazione, anche consentita da tale norma, dovrà essere comunicata alla Direzione Lavori per approvazione.

In aggiunta si prescrive che la temperatura del fango fresco dovrà essere superiore a 5°C.

In caso di esito non soddisfacente, l'Appaltatore sostituirà, parzialmente od integralmente, il fango per ricondurlo a tali limiti.

Qualora, prima dell'inizio del getto, non fosse possibile con le apparecchiature di depurazione a disposizione, far rientrare il fango nei limiti sopra citati, l'Appaltatore dovrà procedere alla completa sostituzione del fango di scavo.

22.3 FANGHI POLIMERICI BIODEGRADABILI

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Le soluzioni polimeriche possono essere utilizzate ai sensi del § 6.3.2 della UNI EN 1538. In ogni caso la formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata alla Direzione Lavori per approvazione.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere e temperatura dell'acqua di falda). Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi; in linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20+40 ore dalla preparazione. Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzati.

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

22.4 ACCIAIO

Le armature metalliche saranno costituite da barre di acciaio B450C ad aderenza migliorata.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile, si prescrive di ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione: la saldabilità delle barre di armatura dovrà essere certificata dalla ditta fornitrice. Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

A meno che non vengano prese precauzioni particolari, gli altri elementi metallici utilizzati in diaframmi gettati in opera, come tubi, piastre, connettori, ecc. non dovranno essere di acciaio zincato o di altri materiali che possono produrre effetti elettrostatici risultanti in un aumento dello strato di fango bentonitico (bentonite cake) o che possono causare corrosione elettrochimica dell'armatura.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una planimetria riportante la posizione di tutti i pannelli costituenti i diaframmi, inclusi quelli di prova; ciascun pannello dovrà essere identificato da un numero progressivo.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà eseguire il tracciamento dei pannelli identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti. Dei testimoni (capisaldi) a cui fare rapidamente riferimento dovranno essere posizionati in modo da non interferire con le normali operazioni di cantiere.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che potrebbero interferire con i diaframmi da infiggere. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle eventuali opere di deviazione e/o di rimozione di tali ostacoli prima di dare corso alle attività di scavo e/o di infissione, salvo diversa indicazione data nello specifico dal presente capitolato.

L'Appaltatore dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una

ENRICO DUSI STUDIO

produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni.

Sarà cura dell'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo.

Nel caso in cui, durante il corso dei lavori, l'Appaltatore ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie e sottoporle alla Direzione Lavori per accettazione.

In fase esecutiva, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutti gli accorgimenti o a tutte le opere provvisorie che riterrà necessari ed opportuni per garantire le migliori condizioni di sicurezza ed evitare qualsiasi danno ai fabbricati e/o ai manufatti adiacenti, essendo comunque a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e i costi connessi alla realizzazione ed al progetto di dettaglio di tutte le opere provvisorie. Restano in ogni caso a carico dell'Appaltatore gli oneri conseguenti al ripristino dei danni provocati dalla realizzazione delle opere.

L'Appaltatore non potrà richiedere alcun compenso per il fatto che, a seguito di prescrizioni di autorità terze competenti, i lavori per la costruzione dei pannelli debbano eseguirsi in orario notturno o per fasi, secondo un programma fissato dalla Direzione Lavori.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'installazione di diaframmi, con particolare riferimento ai fanghi bentonitici.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pannelli, fino alla quota di progetto, provvedendo altresì alla sistemazione ed alla ripulitura dei ferri d'armatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del pannello non avesse le caratteristiche richieste, l'Appaltatore dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per eliminare tale parte) ed alla sua ricostruzione. La scapitozzatura dovrà avvenire con idonea attrezzatura preliminarmente approvata dalla Direzione Lavori, tale da consentire la demolizione senza fessurazione della parte rimanente del diaframma e senza danneggiamento delle armature.

Qualora, durante la scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà cura dell'Appaltatore adottare i provvedimenti ritenuti necessari ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori; qualora richiesto dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà altresì presentare una specifica relazione tecnica giustificativa dei rimedi che ritiene di adottare, per la necessaria autorizzazione.

Sarà cura dell'Appaltatore eseguire tutte le operazioni di pulizia delle superfici a vista conseguenti all'escavazione dei diaframmi, in modo da consentire la successiva realizzazione della controparete di rivestimento.

Sarà cura dell'Appaltatore far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche previste da progetto.

SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

La perforazione "a secco", senza impiego di fanghi di stabilizzazione, non è ammessa.

Nell'esecuzione dei diaframmi le pareti dello scavo dovranno essere sempre sostenute con l'immissione di fanghi bentonitici. L'impiego di altre sostanze per il sostegno dello scavo (quali, ad esempio, polimeri biodegradabili), dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori, dietro presentazione da parte dell'Appaltatore di adeguata documentazione tecnica giustificativa.

La perforazione a fango in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4 \text{ mm}$), può richiedere l'esecuzione preliminare di bonifiche o intasamenti atti ad evitare perdite eccessive dei fluidi di sostegno alla perforazione.

La tenuta idraulica fra i diversi pannelli, ove richiesto dal progetto, dovrà essere ottenuta mediante idonei giunti da realizzare nelle posizioni di minor sollecitazione: le modalità d'esecuzione dei giunti sono descritte nel successivo § MODALITA' ESECUTIVE.

In merito ai limiti delle vibrazioni, l'Appaltatore dovrà assicurare il rispetto delle seguenti norme, oltre a quanto desumibile dallo stato dell'arte, al fine di ridurre danni alle strutture e disturbo ai residenti:

- UNI 9614:1990. 31/03/1990. Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo,
- UNI 9916:2004. 01/04/2004. Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici,
- UNI 11048:2003. 01/03/2003. Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi (indicati all'interno della UNI 9614).

A sua discrezione, la Direzione Lavori potrà, con riferimento a quanto proposto, richiedere che l'Appaltatore provveda ad eseguire un campo prove per l'effettuazione di misure di controllo delle vibrazioni indotte al contorno, con oneri e spese relative a carico del medesimo Appaltatore.

DOCUMENTAZIONE PRELIMINARE

L'Appaltatore dovrà presentare, con debito anticipo, alla Direzione Lavori una relazione illustrativa delle modalità di esecuzione, dell'organizzazione di cantiere e delle varie fasi operative. Tale relazione dovrà in particolare contenere tutte le informazioni elencate al § 4 della UNI EN 1538, oltre alle seguenti indicazioni:

- le procedure operative e le modalità di esecuzione delle opere,
- l'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare, conformi alle caratteristiche indicate nel presente Capitolato. In generale esse dovranno essere in numero tale da consentire di far fronte rapidamente e senza interruzioni significative delle lavorazioni, ad eventuali inconvenienti tecnici o di altra natura che dovessero verificarsi,
- nel caso che l'esecuzione dei lavori comporti il superamento dei limiti ammissibili per le vibrazioni (§ Soggezioni geotecniche e ambientali), una relazione sui provvedimenti che verranno adottati,
- la necessaria documentazione sulla natura del terreno (rilievi stratigrafici) con lo scopo di valutare l'idoneità degli accorgimenti tecnici e delle attrezzature scelte; si dovrà fare riferimento ai dati geotecnici indicati al § 5 della UNI EN 1538,
- una dichiarazione che certifichi che l'area in cui debbono essere eseguiti i lavori è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o in caso contrario una relazione sulle misure e provvedimenti presi,
- le planimetrie riportanti la posizione dei diaframmi, con la loro numerazione progressiva,
- il programma temporale dei lavori.

PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La Direzione Lavori, potrà richiedere di verificare l'idoneità delle attrezzature e di modificare le modalità operative, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari in condizioni il più possibile rappresentative delle opere di progetto; in tal caso potranno essere introdotti anche i rilevamenti ambientali di cui al § 2.3.1 relativi alle

ENRICO DUSI STUDIO

vibrazioni indotte dai lavori.

L'Appaltatore dovrà assicurarsi preliminarmente che le effettive caratteristiche del sottosuolo siano rispondenti alle previsioni progettuali, eseguendo, se del caso, apposite indagini geotecniche integrative a proprie spese.

Nella qualifica deve essere prevista la costruzione di un prototipo di gabbia di armatura di cui al § Armatura.

22.5 MODALITA' ESECUTIVE

Nella esecuzione dei diaframmi dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità, la complanarità e l'impermeabilità dei giunti.

Le attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo dovranno essere definite dall'Appaltatore in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di eventuali strati di terreno lapideo o cementato, l'immorsamento nel sub-strato roccioso, etc..

La distanza minima fra gli assi di due scavi attigui, in corso, appena ultimati o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione. E' opportuno che la realizzazione di ogni singolo pannello venga eseguita con continuità nelle sue diverse fasi operative: qualora, tuttavia, in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto: restano in ogni caso a carico dell'Impresa, gli oneri conseguenti ad eventuali franamenti od altri dissesti che dovessero causarsi in seguito a tali interruzioni.

Valgono le prescrizioni generali riportate al § 7.1 della UNI EN 1538, con le precisazioni che:

- lo spessore del diaframma è sempre equivalente alla larghezza dell'utensile;
- i pannelli devono avere sempre la stessa sezione per tutta la lunghezza;
- non sono ammesse gabbie adiacenti per uno stesso pannello; per la continuità delle gabbie di armatura lungo il pannello vedere § 2.5.3 del presente Capitolato.

22.5.a Attrezzature

ESCAVATORI

Le caratteristiche degli escavatori e delle gru di servizio dovranno essere scelti dall'Appaltatore in relazione alle capacità operative effettivamente necessarie per eseguire gli scavi ed i getti in conformità con le prescrizioni di progetto.

BENNE MORDENTI

Le benne potranno essere sopportate da Kelly semplice, telescopico oppure a fune libera. Dovranno essere provviste di fori per la fuoriuscita dei fanghi durante il sollevamento e disporre di adatte guide e distanziali in modo da evitare l'effetto pistone durante le operazioni di risalita.

Le dimensioni delle benne mordenti dovranno corrispondere alle dimensioni nominali dei pannelli da scavare, a meno di prevedere lo scavo di pannelli multipli.

Le benne mordenti possono essere a funzionamento idraulico o meccanico.

In prossimità di linee elettriche, le benne non potranno essere manovrate mediante fune libera, ma solo tramite aste di guida tipo Kelly: in ogni caso, le varie fasi operative dovranno essere concordate con i competenti tecnici degli Enti gestori, nel rispetto delle norme di sicurezza previste per le lavorazioni in prossimità di linee elettriche.

Nel caso di diaframmi a meno di dieci metri dalle abitazioni, non potranno essere utilizzate benne a fune libera, ma solo tramite aste guida con sistema tipo Kelly.

Nei Kelly telescopici i dispositivi di battuta devono essere tali da evitare rotazioni relative tra le varie aste.

L'ancoraggio del Kelly sull'escavatore deve essere realizzato in modo da ridurre al minimo gli effetti di beccheggio dell'attrezzatura, conseguenti alla variazione di baricentro durante le manovre di scavo.

IDROFRESA

Le frese idrauliche per lo scavo dei pannelli dovranno essere costituite da due ruote fresanti, dotate di opportuna dentatura, in movimento rotativo sincrono opposto.

I tamburi fresanti saranno azionati da motori idraulici ad albero fisso e telaio ruotante inseriti al loro interno, oppure ad essi collegati con opportuni cinematismi.

Il telaio della fresa idraulica dovrà contenere anche una pompa per la circolazione del fango di perforazione, avente portata non inferiore a 120 l/sec e prevalenza adeguata a superare tutti i dislivelli e le perdite di carico esistenti tra il piano delle corree e l'impianto di recupero dei fanghi.

Le dimensioni dell'idrofresa in pianta dovranno corrispondere a quelle dei pannelli da scavare; è ammessa l'esecuzione di pannelli multipli.

IMPIANTO DI DEPURAZIONE E RECUPERO DEI FANGHI

L'Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di eliminare o ridurre le quantità di detrito trattenuto in sospensione.

La determinazione del peso di volume del fango prima dell'inizio del getto dovrà essere eseguita su campioni prelevati con campionatore ad una quota di 1 m superiore a quella di fondo del pannello.

I dissabbiatori dovranno essere dotati di un vaglio vibrante in corrispondenza dell'arrivo della tubazione di mandata, di una pompa centrifuga per fanghi e di un numero adeguato di cicloni. E' richiesta una capacità minima di 100 m3/ora per ogni dissabbiatore. Numero e potenza dei dissabbiatori dovranno essere commisurati alle effettive necessità derivanti dai ritmi di perforazione delle attrezzature di scavo e dal tipo dei terreni attraversati. Gli impianti di recupero dei fanghi asserviti alle idrofresche dovranno avere una capacità operativa commisurata alla pompa di aspirazione della fresa. Nel caso di scavo in terreni coesivi, a valle dei dissabbiatori, dovrà essere prevista una centrifuga per la separazione delle frazioni fini inattive tenute in sospensione nel fango.

Dovranno essere previste delle vasche supplementari per la maturazione dei fanghi appena confezionati.

22.5.b Armatura

Valgono le prescrizioni di cui al § 7.4, 7.5 e 7.6 della UNI 1538, con le precisazioni che:

- Paragrafo 2 del § 7.4.2: è ammesso l'uso di un intervallo netto minimo tra barra e barra di 74 mm (corrispondente ad un interasse minimo di 10 cm tra barre di diametro 26 mm), purché la sovrapposizione avvenga verso l'interno senza diminuire tale valore e purché

ENRICO DUSI STUDIO

- la dimensione massima degli aggregati non ecceda i 20 mm,
- le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie: i collegamenti tra le gabbie saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro, con morsetti o con saldatura,
- le armature trasversali dei pannelli saranno costituite da staffe esterne ai ferri longitudinali,
- il diametro delle staffe dovrà essere non inferiore a 10 mm. Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti della barre longitudinali verso l'esterno; le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno. Al fine di irrigidire le gabbie d'armature dovranno essere predisposti i necessari ferri (diagonali, ad U etc.) atti a sollevare e trasportare le stesse.

Nella qualifica deve essere prevista la costruzione di un prototipo di gabbia, avente le caratteristiche previste dal progetto, da cui verranno prelevati dei campioni di barre longitudinali e staffe da sottoporre a prova di verifica a trazione, in modo da verificare il mantenimento delle caratteristiche originarie delle barre di acciaio. Nei campioni prelevati dovrà essere presente almeno una saldatura.

In corso d'opera la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di 3 campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 500 m di gabbia.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centroni saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di massima 4 m.

E' ammessa la giunzione mediante una sovrapposizione non inferiore a 40 diametri (ove non diversamente indicato) o mediante impiego di un adeguato numero di morsetti, legature o saldature.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine ed essere mantenute in posto, prima del getto senza che appoggino sul fondo dello scavo.

Qualora sia prevista la tirantatura del pannello, dovranno essere posizionati nell'armatura dei tubi guida, aventi diametro maggiore del foro necessario per la messa in opera del tirante, passanti in tutto lo spessore del pannello medesimo. Le relative cassette, nelle quali posizionare le piastre di ripartizione del tirante, dovranno essere predisposte con l'inclinazione prevista dal progetto.

22.5.c Tolleranze

I diaframmi dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto; dovranno essere rispettate le tolleranze indicate al § 8.2 della UNI EN 1538, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto e con le seguenti precisazioni:

- posizione planimetrica dell'asse del diaframma rispetto alla linea mediana delle corree: ± 3 cm;
- quota di testa diaframma: ± 5 cm;
- profondità: ± 25 cm;
- complanarità dei giunti: $\pm 1\%$;

Per il controllo della geometria delle pareti si potranno utilizzare anche sistemi meccanici costituiti da una dima di controllo con dimensioni prossime a quelle di ogni elemento, sulla quale vengono applicati inclinometri, oppure ecometri (tipo Koden) che consentano di restituire l'immagine della geometria dello scavo. Questo tipo di strumentazione permette di misurare e visualizzare le sezioni dello scavo e la sua perpendicolarità per tutta la sua lunghezza registrando i dati e visualizzandoli.

Il rispetto della complanarità dei giunti comporta una limitazione nella tolleranza ammessa per la verticalità assoluta dei pannelli; se un pannello è discosto dell'1 %, il pannello adiacente deve essere discosto dalla verticale nella stessa direzione, oppure deve essere perfettamente verticale.

Ad ultimazione dello scavo di ciascun pannello si dovrà procedere alla registrazione dell'inclinazione dello stesso a mezzo di inclinometri applicati alle aste di perforazione; per garantire la complanarità dei pannelli, data la tendenza della benna d'inclinarsi in direzione dell'escavatore, sarà necessario operare con gli escavatori sempre dalla stessa parte del diaframma.

Anche per pannelli singoli, da utilizzare quali strutture di fondazione, si prescrivono le tolleranze sopraindicate.

22.5.d Opere preliminari

PIANI DI LAVORO

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento. Il piano di lavoro dovrà essere mantenuto costantemente pulito e sgombro dai materiali di risulta, e dovrà essere mantenuto con le stesse caratteristiche iniziali.

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.3.1 della UNI 1538.

CORDOLI – GUIDA (CORREE)

I cordoli-guida, oltre a garantire l'allineamento planimetrico dei singoli pannelli in senso longitudinale, hanno anche la funzione di sostegno per le armature in fase di getto e dell'impalcatura delle tubazioni usate per il getto, che in corso di esecuzione verranno accorciate seguendo la risalita del calcestruzzo nello scavo. I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.3.2 della UNI 1538, con le seguenti precisazioni:

- le coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti, avranno una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 7 cm con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.
- i cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio opportunamente armato, con dimensioni minime di 0.35 x 0.80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro casseri.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nell'esecuzione dei cordoli, sia nei riguardi della preparazione del piano di posa e del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione i casseri, in modo da ottenere che la linea mediana dei cordoli stessi non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa (vedere § Tolleranze).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

CONTROLLO DELLA VERTICALITÀ

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri biassiali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità.

Poiché l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, qualora ritenuto necessario ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

ENRICO DUSI STUDIO

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un "pendolo" di massa non inferiore a 2000 Kg, a forma di parallelepipedo a base quadrata, il cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm.

Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare. Le misure saranno eseguite in risalita.

22.5.e Perforazione

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore fornirà i disegni di dettaglio, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari ed i secondari, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.4 e 8.5 della UNI 1538.

ATTREZZATURE

SCAVO CON BENNA MORDENTE

Lo scavo con benna mordente sarà eseguito in presenza di fango bentonitico (o di altre sostanze, quali polimeri biodegradabili, se preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori) in quiete.

Durante la perforazione, il livello del fango dovrà costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango bentonitico, lo scavo verrà immediatamente sospeso e la parte interessata dal franamento riempita con calcestruzzo magro che verrà in seguito riscavato.

Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti ragionevoli, al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo.

Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale od integrale del fango per ricondurlo alle caratteristiche sopra prescritte (§ 2.4.2) per l'esecuzione del getto.

In caso contrario, l'Appaltatore sostituirà parzialmente od integralmente il fango per ricondurlo alle caratteristiche richieste.

Tipo e numero dei controlli saranno commisurati, per ogni pannello, al raggiungimento delle suddette prescrizioni.

SCAVO CON IDROFRESA

Nelle prime fasi di scavo è previsto l'utilizzo della benna mordente, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda attrezzatura (idrofresa) sarà impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto.

Le due attrezzature, dunque, costituiranno un unico gruppo di scavo. In relazione alla natura dei litotipi presenti, si potrà effettuare un pre-scavo oltre la profondità minima richiesta per l'innescò della circolazione inversa del fango bentonitico, ottimizzando i tempi di impiego delle due attrezzature ai fini di un corretto e rapido completamento dello scavo.

Di norma l'impiego dell'idrofresa è da prevedersi nella realizzazione di diaframmi di grande profondità e/o interessanti sub-strati di consistenza litoidi o con presenza di grossi trovanti.

SCAVO CON SCALPELLO

Nel caso della presenza di trovanti isolati sarà concesso l'uso di uno scalpello a percussione per il superamento del tratto non scavabile per mezzo della benna mordente.

STABILITÀ DELLA TRINCEA

Per la stabilità della trincea durante lo scavo si dovrà fare riferimento al § 7.2 della UNI EN 1538.

INTESTATURA IN ROCCIA

Nel caso di intestatura in roccia si dovrà fare riferimento al § 7.3 della UNI EN 1538.

DISPOSITIVI PER LA FORMAZIONE DEI GIUNTI

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.6 della UNI 1538.

I giunti tra i singoli pannelli del diaframma dovranno essere realizzati con la massima cura e diligenza durante le varie fasi operative, in modo da garantire le migliori condizioni di impermeabilità del paramento finito.

Per la corretta formazione dei giunti, si utilizzeranno tubi-spalla di opportuna forma e dimensione tipo:

- colonne semi-circolari;
- profilati piatti irrigiditi con colonne semi-circolari;
- palancole speciali per l'introduzione ed annegamento nel cls di adeguati "water stop" (tipo CWS);
- "canne d'organo", ecc..

Di norma, si procederà alla realizzazione di pannelli distanziati planimetricamente e caratterizzati da estremità di forma semicilindrica concava; successivamente si eseguiranno i pannelli posti a cavallo dei precedenti, caratterizzati da estremità di forma semicilindrica convessa in modo da aderire ai precedenti.

A tal fine viene previsto l'impiego di tubi spalla, di larghezza pari allo spessore del diaframma e lunghezza uguale: i tubi spalla saranno messi in opera, controllandone la verticalità con sistemi ottici, non appena completata la perforazione, e per tutta la profondità del pannello.

Ad avvenuta presa del getto si provvederà alla rimozione dei tubi spalla, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica; se necessario la superficie del tubo spalla potrà essere preventivamente trattata con prodotti disarmanti.

Si avrà cura di pulire adeguatamente i tubi spalla prima del loro impiego.

Nello scavo dei pannelli adiacenti si avrà cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatoi, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatoi saranno utilizzati a fine perforazione, fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo.

Qualora sia utilizzata l'idrofresa è possibile realizzare i giunti senza impiego dei tubi-spalla, provvedendo ad alesare i pannelli primari già gettati.

22.5.f Posizionamento dell'armatura e di altri elementi

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.7 della UNI 1538.

ENRICO DUSI STUDIO

22.5.g Getto del calcestruzzo

Per quanto riguarda le modalità di preparazione e trasporto del calcestruzzo si rimanda alle specifiche tecniche di cui alla Sezione "Manufatti in conglomerato cementizio".

Prima del getto si provvederà al controllo delle caratteristiche del fango ed, eventualmente, alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori.

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di scavo con idrofresa l'eventuale dissabbiamento, se necessario, sarà condotto mantenendo l'utensile a fondo foro e prolungando la circolazione inversa del fango.

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 8.8 della UNI 1538, a meno di diverse indicazioni nel presente Capitolato.

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3.00 m di tubo in acciaio. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0.5 ± 0.6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Un supporto per facilitare le operazioni di predisposizione e di accorciamento del tubo getto sarà posto sulle corree di guida.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura ed alle operazioni di pulizia.

Al fine di evitare azioni di contaminazione/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta riempito con vermiculite granulare o palline di polistirolo.

Durante il getto, il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 ± 30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6 m (a differenza dei 2 metri minimi richiesti dalla UNI EN 1538 § 8.8 paragrafo 10).

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di pannello. E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 25 m³/ora.

Il getto di un pannello dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la produzione delle quantità di impasto superiori rispetto alle necessità operative: l'intervallo di tempo tra il confezionamento e la posa dovrà essere contenuto entro i limiti stabiliti nella relazione preliminare di accettazione delle miscele.

In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo.

Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sarà proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

22.5.h Scapitozzatura

Al fine di rendere il diaframma continuo con la fondazione o di creare un cordolo di collegamento tra le teste dei diaframmi, si rende necessario demolire la parte superiore del pannello, per un'altezza di almeno 1 metro.

La modalità di demolizione della testa del pannello dovrà essere tale da evitare la formazione ed il diffondersi di lesioni nel pannello stesso; a questo scopo si prescrive l'utilizzo di attrezzature di tipo idraulico, che applicano forze statiche in direzione orizzontale concentrate sul perimetro del pannello e provocano una rottura localizzata del calcestruzzo, con una minima influenza sull'armatura.

22.5.i Giunto tipo AVEC

La tenuta idraulica tra pannelli di diaframmi contigui, sia in via provvisoria (fase di cantiere) che nel definitivo (in esercizio) è affidata ad un giunto interno di tenuta idraulica posto in opera durante la realizzazione dei diaframmi strutturali.

Il giunto di tenuta idraulica tipo AVEC o equivalente è costituito da un elemento water-stop elastico munito di apposita palancola metallica portagiunto recuperabile, da interporre tra pannelli contigui.

La modalità di posa degli elementi di tenuta idraulica prevede la realizzazione dei diaframmi per pannelli consequenziali, secondo le seguenti fasi operative:

Fase 1: scavo del setto di apertura pannello e collocazione della palancola portagiunto contenente il giunto elastico di tenuta idraulica;

Fase 2: posa dell'armatura e getto del setto di diaframma;

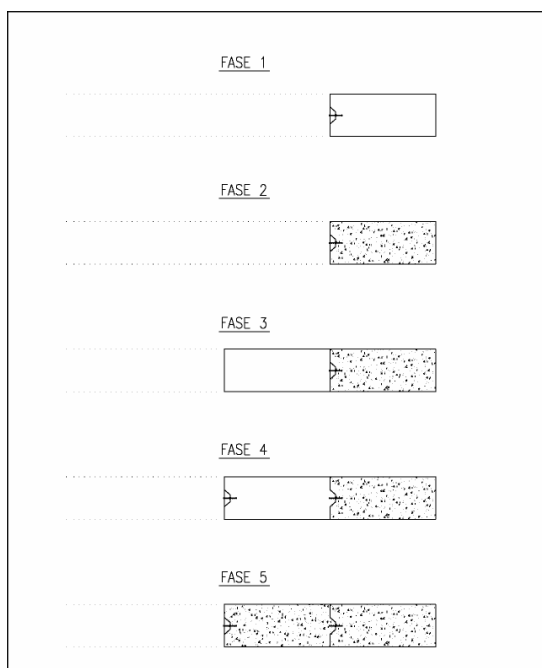
Fase 3: scavo del setto di diaframma adiacente e controllo della verticalità dello scavo;

Fase 4: rimozione della palancola portagiunto (in questa fase il distacco della palancola dal getto avviene tramite l'azione di appositi martinetti oleodinamici contenuti entro la palancola), collocazione della stessa con nuovo giunto elastico, sul lato opposto di scavo;

Fase 5: posa dell'armatura e getto del setto di diaframma.

Nella figura seguente sono rappresentate le fasi realizzative dei diaframmi con giunto tipo AVEC o equivalente.

ENRICO DUSI STUDIO

**22.6 CONTROLLO DELL'ESECUZIONE**

Durante l'esecuzione dei diaframmi dovranno essere controllate le fasi indicate al § 9 della UNI EN 1538, con particolare riferimento al prospetto 3 della stessa.

L'Appaltatore dovrà redigere:

- una scheda indicante i riferimenti e le indicazioni generali relative al calcestruzzo ed al fluido di supporto, usando la scheda riportata nel prospetto B1 della UNI EN 1538;
- una scheda per ogni pannello, usando la scheda riportata nel prospetto B2 della UNI EN 1538.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Appaltatore procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la Direzione Lavori.

22.7 PROVE DI CARICO*22.7.a Generalità*

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pannelli isolati di fondazione.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali gravi deficienze esecutive;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema fondazione-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema fondazione terreno.

DEFINIZIONI

Questa serie di prove è sostanzialmente di tre tipi:

- prove di resistenza meccanica sotto carico (assiale o laterale):
 - prove di collaudo (prova non distruttiva), effettuate sui pannelli definitivi, 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}) (vedere prova specifica);
 - prove a carico limite (prova distruttiva), effettuate sui pannelli appositamente predisposti all'esterno dell'opera, spinti fino a carichi di rottura del sistema pannello-terreno o prossimi ad esso; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2,5 volte il carico di esercizio (P_{es}) (vedere prova specifica).
- controlli non distruttivi di integrità del pannello, mediante prove di controllo sonico:
 - carotaggio sonico (down-hole); - prova cross-hole.

Nel seguito, si definiranno due pannelli come appartenenti alla stessa tipologia se avranno le stesse dimensioni in pianta.

NUMERO E UBICAZIONE DEI DIAFRAMMI DI PROVA

Il numero e l'ubicazione dei pannelli da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

Il numero e l'ubicazione dei pannelli di prova sono di regola definiti dal progettista nelle tavole del progetto esecutivo; se non riportati su queste tavole, tali indicazioni possono essere definite dall'Appaltatore, e comunque sotto approvazione della Direzione Lavori. In particolare, l'Appaltatore al termine dell'esecuzione delle fondazioni proporrà i pannelli da sottoporre a prove di carico. La Direzione Lavori, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pannelli e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pannelli dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pannelli da sottoporre a prova di carico.

In ogni caso devono essere rispettati i seguenti quantitativi minimi (il numero di pannelli corrispondente ad una percentuale dovrà essere arrotondato all'intero superiore).

ENRICO DUSI STUDIO

Prova	Pannelli da testare
Prova (assiale) a carico limite	1 per ogni tipologia di pannello e per terreni equivalenti dal punto di vista geotecnico.
Prova (assiale e laterale) di collaudo	2% dei pannelli con un minimo di 2 pannelli per opera; comunque almeno 1 per ogni tipologia di pannello e per terreni equivalenti dal punto di vista geotecnico
Prova sonora	Almeno il 15% dei pannelli dovranno essere attrezzati, con un minimo di 4 pannelli; la prova si effettua su tutti i pannelli attrezzati.
Prova di ammettenza meccanica Opzionale: a discrezione della Direzione lavori.	Si dovrà eseguire una taratura di tale prova su almeno il 5% dei pannelli, con un minimo di 2; i pannelli da utilizzare per la taratura dovranno essere di sicura efficienza, valutata con prove di tipo sonico. Dopo la taratura si potrà per similitudine procedere alla prova, da estendersi ai pannelli non testati con prova sonica (e quindi fino al 85% dei pannelli).
Prove assiali su pannelli strumentati	Su indicazione del progettista

In particolare, nel 15% dei pannelli attrezzati per prova sonora dovranno essere compresi:

- i pannelli sottoposti a prova di collaudo (2% dei pannelli con un minimo di 2 pannelli per opera);
- i pannelli su cui effettuare la taratura della eventuale prova di ammettenza meccanica (5% sul totale dei pannelli).

Lo scopo di questa organizzazione delle prove è quello di testare l'efficienza di un numero adeguato di pannelli (almeno il 15% sul totale); a discrezione della Direzione Lavori, nel caso si riscontrino risultati non soddisfacenti nel corso delle prove, tutti i pannelli potranno essere testati, ed in particolare il 15% con prova sonora ed il rimanente 85 % con prova di ammettenza meccanica.

Le prove di ammettenza meccanica devono essere tarate su pannelli di cui si sia già accertata l'idoneità tramite prova di carico e/o prova cross-hole; ciò al fine di definire un riferimento di correlazione con cui valutare, a giudizio esclusivo della DL, l'idoneità di pannelli soggetti solo a prove di ammettenza meccanica. In particolare, la taratura di questa prova dovrà essere effettuata su almeno il 5 % dei pannelli con un minimo di 2 pannelli già soggetti a prova di carico e/o prova cross-hole.

Per quanto concerne i controlli basati su prove sonore, da eseguire sui pannelli di medio e grande diametro, considerata la necessità di predisporre all'interno del pannello dei tubi di misura (tubi metallici aventi diametro interno non inferiore a 1"1/2), l'Appaltatore dovrà individuare, in accordo con la Direzione Lavori, i pannelli da sottoporre a tale tipologia di controllo (carotaggio sonico, prove crosshole).

Le caratteristiche dei pannelli di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pannelli dimensionati in fase di progetto. I terreni in cui questi dovranno essere eseguiti saranno limitrofi all'area di progetto e comunque tali da identificarsi il più possibile con le caratteristiche di quelli presenti nell'area di progetto.

22.7.b Prove di carico assiale

DEFINIZIONI DEI CARICHI DI PROVA

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ per prove di collaudo
- $P_{prova} = P_{lim}$ per prove a carico limite

ove con P_{lim} si indica quel valore di carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura dell'insieme diaframma terreno (§ 2.7.2.6). Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2.5 volte il carico di esercizio e comunque nei limiti della massima zavorra disponibile in commercio.

DISPOSITIVI PER L'APPLICAZIONE E PER LA MISURA DEL CARICO

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa = 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del pannello.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (<3mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra, la cui massa dovrà essere non inferiore alla massa equivalente al massimo carico di prova, incrementato del 20%.

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidezza sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di calcestruzzo o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pannelli di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna fondazione definitiva);
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pannelli o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal pannello di prova (minimo 5 metri).

L'Appaltatore, nel caso di prove di carico con pannelli di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pannelli.

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per realizzare ciò si può disporre di un sistema di comando costituito da un pannello di facile utilizzo (oppure di una tastiera collegata all'eventuale microspessore di controllo); per misurare il carico applicato alla testa del pannello si interporrà tra il martinetto di spinta ed il pannello una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici con opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al pannello verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di

ENRICO DUSI STUDIO

acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Il quadrante del manometro dovrà avere tacche di divisione adeguata alla agevole lettura con la precisione richiesta.

E' obbligatorio l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ($\pm 20\text{kN}$) il carico applicato sul pannello, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del pannello.

DISPOSITIVI PER LA MISURA DEI CEDIMENTI

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a circa 120° intorno all'asse verticale del pannello. Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 5 metri dal pannello.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare nella maniera ritenuta più idonea.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

PREPARAZIONE DEI PANNELLI DA SOTTOPORRE A PROVA

I pannelli prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di 50 cm. Nel tratto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo. Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di adeguata superficie, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

REALIZZAZIONE DEL CONTRASTO

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere preliminarmente posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 metri dall'asse del pannello.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. In ogni caso l'altezza deve essere tale da consentire le operazioni di lettura con sufficiente agio ($h_{\min} = 1.5 \text{ m}$). Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone. Questo dispositivo può essere realizzato mediante un giunto a rotula, costituito da una sfera di acciaio $\varnothing 50 \text{ mm}$ circa, inserita entro due piastre metalliche dotate di opportune cavità porta-sfera.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pannelli o tiranti di ancoraggio.

PROGRAMMA DI CARICO

Il programma di carico sarà definitivo di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° Ciclo

Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a ΔP , fino a raggiungere il carico Pes

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.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la seguente condizione tra due misure successive ($\Delta t = 15'$): $\delta s \leq 0.025 \text{ mm}$.

Per il livello corrispondente a Pes 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 $t = 0$; $t = 5'$; $t = 10'$ e $t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30'$, $t = 45'$ e $t = 60'$.

2° Ciclo

Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico ΔP fino a raggiungere il carico Pprova (vedere 2.7.2.1).

In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° Ciclo.

Il carico Pprova quando è minore di Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il pannello sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \Delta P$) con misure a $t = 0$, $t = 5'$, $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$. Una lettura finale dovrà essere effettuata 12 ore dopo che il pannello è stato completamente scaricato.

Nel caso di prove a carico limite, si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ($P_{\text{lim}} \geq 2$ cedimento ($P_{\text{lim}} - \Delta P$))
- cedimento ($P_{\text{lim}} > 0.10 s$ ove s indica lo spessore del pannello).

In ogni caso, il carico limite deve essere superiore a 2.5 volte il carico di esercizio.

DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del pannello;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;

ENRICO DUSI STUDIO

- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento con le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere.
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio;
- diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del pannello (lunghezza, sezione);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione;
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione; scheda tecnica del pannello, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo delle inverse pendenze.

22.7.c Prove di carico laterale

Queste prove sono da prevedersi nei casi in cui ai pannelli di fondazione è affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pannelli da sottoporre a prova dovrà essere dell'1% dei pannelli e, comunque, almeno su un pannello per ogni opera.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un pannello di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 m. Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pannelli. Si utilizzeranno per ciascun pannello 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

22.7.d Prove di carico su pannelli strumentati

GENERALITÀ

Quando richiesto, le prove di carico, oltre che per definire la curva carico cedimento alla testa del pannello, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione delle sollecitazioni e/o delle deformazioni con la profondità.

Pertanto dovrà essere predisposta una adeguata strumentazione lungo il pannello, e anche alla base del pannello stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nei paragrafi precedenti.

L'identificazione dei pannelli soggetti a prova come sopra specificato dovrà essere tassativamente effettuata prima dell'inizio dei lavori e mantenuta invariata per tutta la durata di questi. Questa prescrizione è dovuta al fatto che i pannelli sottoposti alle prove finali dovranno essere dotati di attrezzature e/o strumentazioni inglobate all'interno della propria struttura e necessarie per l'esecuzione delle prove stesse.

Per i pannelli strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per constatare eventuali guasti dovuti alle operazioni di realizzazione del pannello.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

STRUMENTAZIONE PER LE PROVE DI CARICO ASSIALE

STRUMENTAZIONE LUNGO IL FUSTO DEL PANNELLO

Il numero e l'ubicazione delle sezioni strumentate sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 3 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del pannello, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al disopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del pannello si procederà ad isolare il pannello dal terreno sovrastante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 4 estensimetri elettrici disposti ai vertici della sezione. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

STRUMENTAZIONE ALLA BASE DEL PANNELLO

La sezione verrà ubicata a 1 metro circa dalla base del pannello; essa sarà strumentata mediante una o più celle di carico costituite da estensimetri elettrici.

In aggiunta, la misura degli spostamenti alla base del pannello verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del pannello.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di

ENRICO DUSI STUDIO

evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto

del getto, pena il non funzionamento dello strumento. Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del pannello.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20 ÷ 30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del pannello) e l'ancoraggio solidale alla base del pannello.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

METODOLOGIE D'INSTALLAZIONE DEGLI ESTENSIMETRI ELETTRICI

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura, i quali non sempre sono privi di asperità che potrebbero incidere le guaine, alterandone il fattore di isolamento.

Quest'ultima condizione può essere realizzata con diverse modalità; se ne riporta qui di seguito un esempio.

I cavi singoli andranno protetti con tubazioni di PVC rinforzate sino alla testa del pannello o sino a confluire in tubi di acciaio verticali, in genere di circa 2" di diametro, ognuno dei quali provvede a proteggere un certo numero di cavi sino all'uscita dalla testa.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del pannello non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

STRUMENTAZIONE PER LE PROVE DI CARICO LATERALE

La strumentazione consisterà in almeno un tubo inclinometrico da inserire nel getto.

Le modalità di misura saranno analoghe a quanto indicato nella Specifica di Controllo Qualità relativamente ai controlli da effettuare in fase di scavo. Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pannelli sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

22.7.e Prove di controllo sonico

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico,
- prove cross-hole.

Si prescrive in generale l'utilizzo di prove cross-hole, a meno di diversa indicazione data dal progettista o dalla Direzione Lavori.

Le prove verranno eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto.

Qualora, dai risultati delle prove di cui sopra eseguite sui pannelli, si fossero evidenziati elementi tali da poter presumere gravi deficienze rispetto alle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori, in corso d'opera potrà essere prevista l'esecuzione di carotaggi continui meccanici, a cura e spese dell'Impresa. 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 mm 60. 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. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento, immessa dal fondo foro.

CAROTAGGIO SONICO

Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel pannello già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m.

Modalità e frequenze di esecuzione

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

Questo tipo di prove dovrà essere eseguito quando l'Appaltatore e/o la Direzione Lavori, a seguito di altre prove o riscontri, abbiano fondati dubbi sulla corretta esecuzione ed integrità del pannello stesso.

A giudizio della Direzione Lavori, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del pannello.

PROVE CROSS-HOLE

Descrizione della prova

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto tutti i tubi necessari all'interno del pannello prima dell'esecuzione del getto.

Il numero minimo di tubi da predisporre nel pannello dipende dalla dimensione più piccola del pannello stesso:

- per dimensioni inferiori a 80 cm, almeno tre tubi, disposti allineati;
- per dimensioni superiori a 80 cm (compreso), almeno 6 tubi, disposti ai vertici di un rettangolo e nel punto medio dei due lati più lunghi.

Frequenza e modalità di esecuzione

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

ENRICO DUSI STUDIO

In uno di questi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo.

Le misure debbono essere eseguite almeno ogni 10 cm. di avanzamento delle sonde nelle tubazioni predisposte.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

L'esito delle prove sarà registrato con strumentazione digitale.

Nel caso si individuassero anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

22.7.f Prove di ammettenza meccanica

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del pannello.

I pannelli soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della Direzione Lavori.

La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pannelli non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

Modalità di esecuzione

La prova può essere effettuata colpendo la testa del pannello con un piccolo martello contenente un trasduttore di forza.

L'eccitazione dinamica dovrà invece essere ottenuta preferibilmente mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

Il pannello deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

L'impiego di eccitatore a masse eccentriche determina la necessità di inserire nella testa del pannello dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.

Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.

La curva ottenuta è funzione del modulo E_c del conglomerato cementizio, della rigidezza del terreno laterale di appoggio e della geometria del pannello.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 23 PALANCOLATE

Per palancolato si intende una diaframmatura realizzata mediante infissione nel terreno di profilati in genere metallici, i cui bordi laterali (gargami) sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In alcuni casi possono essere utilizzate palancole in cemento armato, prefabbricate in stabilimento, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti.

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le normative cogenti a livello nazionale in merito ai contenuti delle presenti prescrizioni; a queste si aggiungeranno tutte le norme e le istruzioni tecniche non cogenti che verranno richiamate nei successivi paragrafi.

In aggiunta dovranno essere rispettate le seguenti normative e prescrizioni, compresi gli eventuali aggiornamenti, modifiche ed integrazioni:

- UNI EN 12063:2002 01/04/02 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Palancole

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**23.1 PALANCOLATE METALLICHE**

Le palancole nuove devono essere conformi alla UNI EN 10248 e alla UNI EN 10249. Le palancole riutilizzate devono essere conformi almeno alle specifiche di progetto per quanto concerne tipo, dimensioni, qualità, e classe di acciaio.

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura f_t 510 N/mm²
- limite elastico f_y 355 N/mm².

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I gargami e le corree dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

Vernici, rivestimenti e altri sistemi anticorrosione di elementi di acciaio devono essere conformi a alle specifiche di progetto.

Nel caso di opere provvisorie è consentito l'impiego di palancole già usate, purché in buono stato e non danneggiate, tali da garantire le previste condizioni di resistenza e tenuta. Tipo e qualità del materiale potranno essere diversi da quanto indicato in progetto. In ogni caso occorrerà effettuare un rilievo geometrico delle sezioni dei profili, con precisione ± 1 mm, oltre alle necessarie analisi statiche giustificanti la possibilità di sostituzione. Sarà cura dell'Appaltatore presentare alla Direzione Lavori tale relazione di calcolo in base ai materiali realmente utilizzati in cantiere.

A discrezione della Direzione Lavori, le palancole potranno essere sottoposte a prove meccaniche e chimiche al fine di verificare la corrispondenza della fornitura con quanto definito nel progetto e nel Capitolato.

Le eventuali saldature eseguite sulle palancole dovranno essere eseguite seguendo le indicazioni riportate all'appendice B della UNI EN 12063.

23.2 PALANCOLATE IN C.A. PREFABBRICATE

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio si utilizzeranno le specifiche di controllo, le modalità di qualifica, verifica e certificazione riportate alla sezione relativa alle Opere in Conglomerato Cementizio.

Di norma queste palancole dovranno essere prodotte in stabilimento utilizzando:

- calcestruzzo dosato con 350 Kg/m³ di cemento pozzolanico tipo 425, centrifugato;
- armatura in acciaio tipo Fe B44k controllato, ad aderenza migliorata. E' ammesso, se previsto da progetto, l'impiego di palancole a sezione cava.

L'armatura dovrà essere opportunamente staffata, con infittimento delle barre alla punta ed al calcio della palancola. Ove previsto da progetto, potrà essere adottata la precompressione con il sistema a fili aderenti.

In punta le palancole dovranno essere rinforzate mediante taglienti in acciaio di adeguati spessori e forme.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con le palancole da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle eventuali opere di deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima dell'inizio delle operazioni di infissione, salvo diversa indicazione data nello specifico dal presente capitolato.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà eseguire il tracciamento delle opere identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascuna opera da realizzare.

L'Appaltatore dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni.

Sarà cura dell'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo e/o infissione. Sarà altresì cura dell'Appaltatore evitare che le diverse operazioni possano arrecare danno

ENRICO DUSI STUDIO

ad opere e manufatti preesistenti.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle lavorazioni connesse con l'installazione delle palancole.

Nel caso in cui, durante il corso dei lavori, l'Appaltatore ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie e sottoporle alla Direzione Lavori per accettazione.

In fase esecutiva, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutti gli accorgimenti o a tutte le opere provvisoriale che riterrà necessari ed opportuni per garantire le migliori condizioni di sicurezza ed evitare qualsiasi danno ai fabbricati e/o ai manufatti adiacenti, essendo comunque a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e i costi connessi alla realizzazione ed al progetto di dettaglio di tutte le opere provvisoriale. Restano in ogni caso a carico dell'Appaltatore gli oneri conseguenti al ripristino dei danni provocati dalla realizzazione delle opere.

L'Appaltatore non potrà richiedere alcun compenso per il fatto che, a seguito di prescrizioni di autorità terze competenti, i lavori per la costruzione dei pannelli debbano eseguirsi in orario notturno o per fasi, secondo un programma fissato dalla Direzione Lavori.

Sarà cura dell'appaltatore far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche previste da progetto.

SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

In merito ai limiti delle vibrazioni, l'Appaltatore dovrà assicurare il rispetto delle seguenti norme, oltre a quanto desumibile dallo stato dell'arte, al fine di ridurre danni alle strutture e disturbo ai residenti:

- UNI 9614:1990. 31/03/1990. Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- UNI 99 16:2004. 01/04/2004. Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- UNI 11048:2003. 01/03/2003. Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi (indicati all'interno della UNI 9614).

A sua discrezione, la Direzione Lavori potrà, con riferimento a quanto proposto, richiedere che l'Appaltatore provveda ad eseguire un campo prove per l'effettuazione di misure di controllo delle vibrazioni indotte al contorno, con oneri e spese relative a carico del medesimo Appaltatore.

DOCUMENTAZIONE PRELIMINARE

L'Appaltatore dovrà presentare, con debito anticipo, alla Direzione Lavori una relazione illustrativa delle modalità di esecuzione, dell'organizzazione di cantiere e delle varie fasi operative. Tale relazione dovrà in particolare contenere tutte le informazioni elencate al § 4 della UNI EN 12063, oltre alle seguenti indicazioni:

- le procedure operative e le modalità di esecuzione delle opere;
- l'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare (conformi alle caratteristiche indicate al § MODALITA' ESECUTIVE). In generale esse dovranno essere in numero tale da consentire di far fronte rapidamente e senza interruzioni significative delle lavorazioni, ad eventuali inconvenienti tecnici o di altra natura che dovessero verificarsi;
- nel caso che l'esecuzione delle infissioni comporti il superamento dei limiti ammissibili per le vibrazioni (§ Soggezioni geotecniche e ambientali), una relazione sui provvedimenti che verranno adottati;
- la necessaria documentazione sulla natura del terreno (rilievi stratigrafici) per valutare l'idoneità degli accorgimenti tecnici e delle attrezzature scelte;
- una dichiarazione che certifichi che l'area in cui debbono essere eseguiti i palancolati è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o in caso contrario una relazione sulle misure e provvedimenti presi;
- le planimetrie riportanti la posizione delle palancole con la loro numerazione progressiva, nonché la profondità d'infissione di progetto;
- il programma temporale dei lavori in riferimento alle infissioni delle singole palancole.

Qualora le palancolate vengano utilizzate per opere provvisoriale, potranno essere impiegate palancole di tipo e materiale differenti rispetto a quelli indicati nel progetto. In tal caso dovranno essere forniti dati certi su qualità, tipo e caratteristiche delle palancole oltre che del materiale, onde poterne riscontrare la corrispondenza con quanto previsto in progetto o effettuare i necessari calcoli per l'uso delle stesse. Ogni modifica rispetto ai dati indicati nel progetto dovrà comunque essere sottoposta ad approvazione della Direzione Lavori.

PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La Direzione Lavori potrà richiedere di verificare l'idoneità delle attrezzature e di modificare le modalità operative, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari in condizioni il più possibile rappresentative delle opere di progetto; in tal caso potranno essere introdotti anche i rilevamenti ambientali di cui al § Soggezioni geotecniche e ambientali, relativi alle vibrazioni indotte dai lavori.

PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO E TOLLERANZE

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

Si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

posizione planimetrica asse mediano palancolato: ± 3 cm;

verticalità: $\pm 2\%$

quota testa: ± 5 cm

profondità: ± 25 cm

Se la quota di testa delle palancole successivamente all'infissione differisce di oltre 50 mm dal livello specificato dal progetto, si dovrà verificare che i requisiti di prestazione (per esempio i collegamenti con altri elementi) siano tuttavia soddisfatti. In caso contrario, le palancole dovranno essere modificate in base ai requisiti di esecuzione.

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Appaltatore, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

La realizzazione dei palancolati richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i

ENRICO DUSI STUDIO

requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità, il mutuo incastro degli elementi costitutivi e la capacità di resistere ai carichi laterali.

Le modalità di stoccaggio e movimentazione delle palancole dovranno essere conformi a quanto riportato al § 8.3 della UNI EN 12063.

La saldatura ed il taglio degli elementi in acciaio dovranno essere conformi a quanto riportato al § 8.4 della UNI EN 12063.

Lo scavo, il riempimento, il drenaggio e l'aggettamento dovranno essere eseguiti con la dovuta cura e secondo le specifiche di progetto. Lo scavo ed il riempimento non dovranno arrecare danno alle parti della struttura di palancole già installate.

23.3 ATTREZZATURA DI INFISSIONE E ESTRAZIONE

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Appaltatore allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi; inoltre, dovrà tenere conto delle possibili conseguenze indotte dalle vibrazioni sui fabbricati, manufatti e servizi adiacenti (§ Soggezioni geotecniche e ambientali).

L'infissione potrà essere realizzata:

- a percussione, utilizzando un battipalo;
- a vibrazione, con apposito vibratore;
- a spinta, con attrezzatura oleodinamica.

L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

a) Battipalo

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

Il battipalo dovrà essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

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

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

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

Le attrezzature di infissione a percussione potranno essere:

- magli a caduta libera;
- magli diesel;
- magli idraulici;
- magli ad aria.

b) Vibratore

L'infissione delle palancole sarà effettuata unicamente tramite un'apposita testa vibrante a masse eccentriche rotanti a momento variabile azionata da una centralina oleodinamica e sopportata da una gru di sollevamento atta allo scopo.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Appaltatore in relazione al tipo di palancole, alla loro lunghezza, al tipo di terreni che si prevede di attraversare ed alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le attrezzature di infissione a vibrazione potranno essere:

- vibrator ad alta e bassa frequenza;
- vibrator ad alta frequenza con eccentricità variabile della massa rotante;
- vibratore ad alta frequenza con eccentricità continuamente variabile e fasi di avvio ed arresto prive di risonanza;

c) Palancole infisse a spinta

Laddove la vibrazione o il rumore costituiscono un problema, l'infissione compressa delle palancole nel terreno può costituire un'alternativa. Normalmente la pressione è più efficace in terreni coerenti. In terreni difficili, la pretrivellazione e, talvolta, il getto d'acqua possono risultare efficaci nel guidare la palanca fino al raggiungimento della profondità richiesta.

L'infissione, nel caso di palancole infisse a spinta, avviene mediante delle presse oleodinamiche, che permettono l'infissione e l'estrazione delle palancole con un movimento uniforme, silenzioso e fluido.

L'assenza di vibrazioni elimina il rischio di danni alle strutture ed alle attrezzature che si trovano nelle vicinanze. I rumori sono praticamente assenti evitando in tale maniera qualsiasi inquinamento acustico.

Il sistema funziona solamente in terreni a matrice fine (sabbie limose, limi, argille) e le profondità raggiungibili sono legate alle caratteristiche dei terreni stessi. In alcuni casi è necessaria la vibroinfissione delle prime tre palancole che funzionino da guida e da contrasto per l'attrezzatura.

L'attrezzatura è in grado di muoversi sulle palancole già infisse sia in fase di affondamento che di estrazione.

23.4 INFISSIONE

L'infissione delle palancole dovrà essere conforme, oltre a quanto riportato nel seguito, alle indicazioni riportate al § 8.5 della UNI EN 12063.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate. L'attrezzatura di infissione dovrà scorrere lungo un castello metallico di guida, in modo da garantire la verticalità di infissione. Il controllo della verticalità dovrà essere continuamente monitorato ed eventuali deviazioni in eccesso dalla verticalità corrette tempestivamente.

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

ENRICO DUSI STUDIO

maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm. L'Appaltatore potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori. Nel caso in cui siano presenti degli strati sabbiosi particolarmente densi, si renderà necessario allentare la loro resistenza mediante una delle tecniche di seguito riportate.

Getto a bassa pressione con poca quantità d'acqua:

pressione: da 1.5 MPa a 2.0 MPa;
scarico: da 2 l/s a 4 l/s per tubo;
diametro tubi: circa 25 mm; numero tubi: da 1 a 2 per palancola.
(I tubi vengono saldati alle palancole lasciati in situ).

Getto ad alta pressione

pressione: da 25 MPa a 50 MPa (all'uscita della pompa);
scarico: da 1 l/s a 2 l/s;
diametro tubi: da 20 mm a 30 mm;
diametro ugello: da 1.5 mm a 3.0 mm.
Pretrivellazione, con o senza cemento-bentonite.
Uso di esplosivi in casi speciali.

Il getto a bassa pressione viene principalmente impiegato in terreni densi non coerenti.

Il getto a bassa pressione con poca quantità d'acqua in combinazione con un vibratore permette alle palancole di penetrare nei terreni particolarmente densi. In generale le caratteristiche dei terreni vengono modificate in misura minima e non vi è praticamente assestamento, anche se occorre prestare molta attenzione nel caso in cui le palancole debbano sopportare carichi verticali.

L'impiego di questo metodo è raccomandato in combinazione con vibrazione ad alta frequenza.

Il getto a bassa pressione, inoltre, può essere talvolta utilizzato per il trattamento preliminare del terreno prima dell'infissione della palancola.

Il getto a bassa pressione con molta quantità d'acqua è un metodo piuttosto brutale, specialmente se i tubi non sono fissati alle palancole, e non è pertanto consigliato.

Il getto ad alta pressione o la lubrificazione può essere particolarmente efficace in strati di terreno molto densi.

Quantità limitate di fluido, acqua o talvolta cemento-bentonite vengono iniettate nel terreno tramite ugelli fissati alla palancola a breve distanza dal piede. Grazie al ridotto consumo di acqua, questo metodo consente un controllo efficace della palancola. Le proprietà del terreno vengono negativamente influenzate soltanto in un'area circoscritta intorno alle palancole. Il rendimento generale non viene influenzato in maniera significativa.

La pretrivellazione viene talvolta eseguita prima dell'infissione della palancola. Il terreno viene localmente smosso attraverso questo processo. Normalmente vengono usati prefori a trivella. La pretrivellazione viene spesso eseguita in corrispondenza del gargame solidarizzato di una coppia di palancole, ma può risultare più efficiente pretrivellare in corrispondenza del gargame libero. Se si prevedono forti difficoltà durante l'infissione oppure se sussistono particolari requisiti concernenti l'impermeabilità della palancolata, conviene utilizzare la trivella per sostituire una colonna di terreno con un impasto di cemento-bentonite in corrispondenza dei gargami.

La fatturazione tramite brillamento viene normalmente effettuata se le palancole devono superare ostruzioni nel terreno o ancora se devono penetrare il substrato roccioso.

Se l'infissione ha luogo su strati di terreno particolarmente duri, la rigidità e la stabilità del sistema di guida dovranno essere oggetto di particolare attenzione al fine di mantenere l'inclinazione trasversale e longitudinale e gli spostamenti orizzontali delle palancole infisse.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso della infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, l'Appaltatore dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

23.5 ESTRAZIONE

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione. A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

Procedendo all'estrazione delle palancole si dovrà tener conto di quanto segue: deformazioni verticali e orizzontali nel terreno circostante; eventuali creazioni di vie di collegamento tra livelli di falda che prima non erano in comunicazione.

In particolare, i terreni coerenti possono aderire alle facce delle palancole creando di conseguenza vuoti nel terreno quando le stesse vengono estratte. In sabbie e limi sciolti, le vibrazioni e i vuoti potrebbero causare spostamenti del terreno in grado di danneggiare gli edifici e gli impianti circostanti. Tali spostamenti del terreno e i possibili legami tra regimi di acqua freatica possono essere evitati iniettando, quando possibile, nei vuoti boiacca di cemento o similari, contemporaneamente all'estrazione.

Durante l'estrazione delle palancole si dovranno registrare per ciascun elemento il tempo di estrazione.

Se le palancole si trovano vicino a strutture sensibili, a impianti chimici, a servizi infrastrutturali sensibili, a ferrovie sotterranee, ecc., l'estrazione deve essere eseguita con particolare attenzione.

La movimentazione ed il trasporto delle palancole dovrà avvenire secondo i requisiti al § 8.3 della UNI EN 12063.

23.6 INSTALLAZIONE DI ANCORAGGI

La posizione, l'allineamento e l'esecuzione degli ancoraggi, incluso il collegamento alle travi correa, devono corrispondere alle specifiche di progetto.

La natura e la compattazione del materiale di riempimento devono soddisfare i requisiti del progetto ed i requisiti di cui al punto 5 della UNI ENV 1997-1.

Gli ancoraggi al terreno devono essere installati secondo le specifiche della UNI EN 1537.

Se vengono utilizzati pali a trazione per l'ancoraggio di una palancola, l'esecuzione deve essere effettuata secondo il punto 7.7 della UNI ENV 1997-1.

ENRICO DUSI STUDIO

Si deve considerare il fatto di sigillare i fori di ancoraggio nelle palancole onde prevenire tra filamenti di terreno e infiltrazioni d'acqua.

23.7 IMPERMEABILIZZAZIONE DEI GIUNTI

Qualora sia richiesta un'impermeabilizzazione particolare in corrispondenza dei giunti delle palancole in modo da garantirne la tenuta idraulica, l'Appaltatore dovrà proporre alla Direzione Lavori il sistema di impermeabilizzazione che intende attuare per la necessaria approvazione, per il rispetto delle prescrizioni di progetto.

Esistono diversi tipi di impermeabilizzazione:

- guarnizioni in materiale plastico preassemblata al giunto in fabbrica;
- bitumazione dei gargami a caldo eseguita in fabbrica o in cantiere;
- applicazione di fluidi o mastici di riempimento speciali nei gargami;
- applicazione di materiali espansivi a contatto con l'acqua oppure sigillanti elastomerici;
- saldature dei gargami, se possibile;
- iniezione nei gargami liberi di cemento-bentonite o di prodotti chimici espansivi ed indurenti durante l'installazione delle palancole;
- riempimento dei fori trivellati in corrispondenza dei gargami prima dell'infissione con malta di cemento bentonite;
- posizionamento della palancolata di acciaio in un solco riempito con impasto di cemento-bentonite;
- installazione di uno schermo impermeabile separato dietro la palancola;
- combinazione di due tecniche quali "l'intasamento del gargame" e "il riempimento dei prefori con bentonite".
- Il riempimento dei gargami con materiali bituminosi è generalmente sufficiente. In presenza di requisiti severi in fatto di permeabilità può essere opportuno l'impiego di materiali di riempimento ad espansione, di un sigillante elastico modellabile oppure la combinazione di due metodi.

I materiali di tenuta atti a ridurre la permeabilità dei gargami, ove richiesti, devono essere conformi alle specifiche di progetto.

Quando i requisiti di impermeabilità sono particolarmente rigidi, dovrebbe essere dimostrato, sulla base di prove realistiche eseguite sui gargami a tenuta, che il prodotto utilizzato soddisfa le specifiche di progetto.

23.8 CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

L'Appaltatore rendere disponibile in cantiere un programma di supervisione, nel quale devono essere annotate quantomeno le seguenti informazioni:

- frequenza dei vari controlli;
- valori critici delle deformazioni, forze e livelli dell'acqua.

La supervisione di tutti i lavori collegati all'esecuzione di strutture in palancole deve essere almeno conforme al punto 4 della UNI ENV 1997-1.

La supervisione deve includere, altresì, ove applicabile, i seguenti controlli ed osservazioni:

- se le condizioni di cantiere, i terreni e le acque libere sono conformi ai dati riportati nel progetto;
- se si trovano ostruzioni nel terreno in grado di ostacolare l'infissione della palancola, non previste in fase di progettazione;
- se il metodo di infissione è adatto alla posa in opera delle palancole secondo i requisiti di progetto nonché ambientali;
- se la sequenza ed il metodo di esecuzione sono conformi allo schema di esecuzione e se i criteri relativi al passaggio da una fase a quella successiva corrispondono a quelli riportato nello schema (vedi § 7.4 della UNI EN 12063);
- se gli elementi delle paratie sono adeguatamente stoccati e movimentati, come riportato al § 6 della UNI EN 12063;
- se i trattamenti, i materiali e i prodotti utilizzati per la protezione degli elementi di acciaio sono conformi a quanto riportato al § 6.4 della UNI EN 12063;
- se le dime e gli altri dispositivi atti a guidare le palancole durante l'infissione sono posizionati correttamente e sufficientemente stabili a garantire che le palancole stesse soddisfano le tolleranze specificate;
- se la verticalità durante il posizionamento e l'infissione degli elementi di una parete viene controllata con strumenti sufficientemente precisi;
- se le palancole e gli altri elementi strutturali rientrano nelle tolleranze specificate al 4.3.4;
- se le posizioni degli elementi di ancoraggio sono conformi al progetto;
- se i sovraccarichi dietro la palancolata rientrano nei limiti previsti in tutte le fasi dell'esecuzione;
- se sussistono danni ad edifici impianti o servizi sotterranei adiacenti potrebbero essere attribuiti ai lavori di esecuzione;
- se durante l'esecuzione dei lavori sono subentrati eventi che hanno negativamente influenzato la qualità della struttura.

Le prove di carico sulle palancole dovranno essere eseguite in conformità al § 7.5 della UNI UNV 1997-1.

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

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

Per ciascun elemento infisso, l'Appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola;
- dati tecnici della attrezzatura;
- tempo necessario per l'infissione;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile);
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti.

Se i livelli dell'acqua freatica e delle acque libere sono parametri critici secondo il progetto, devono essere monitorati ad intervalli sufficientemente brevi per ottenere un quadro affidabile dei detti livelli.

Si raccomanda che il monitoraggio dei livelli dell'acqua freatica o della pressione idrostatica venga continuato anche successivamente al completamento dei lavori, fino a che non si sia stabilito che non si siano prodotti effetti negativi.

Se il lavoro si colloca in un'area urbana, i livelli delle vibrazioni e del rumore sul cantiere e in corrispondenza degli edifici più esposti dovranno essere registrati periodicamente. Tali misurazioni si dovranno effettuare secondo la prassi locale al fine di confrontare i risultati ottenuti con i criteri più appropriati all'area in questione.

Gli spostamenti orizzontali dell'estremità superiore della palancola (se la palancola è a sbalzo) e della zona intermedia tra due livelli di vincolo (se la palancola è vincolata a più livelli) dovranno essere misurati periodicamente con la dovuta accuratezza in punti predefiniti, in

ENRICO DUSI STUDIO

modo tale che i risultati ottenuti possano essere confrontati con i valori presunti di progetto.

Se edifici o impianti sensibili si trovano nelle immediate vicinanze della struttura in palancole, oltre alle misure appena descritte dovranno essere presi in considerazione almeno i seguenti fattori:

- misurazioni degli spostamenti alla profondità scelta;
- misurazione dei movimenti di assestamento di detti edifici ed impianti;
- misurazioni della forza di ancoraggio.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, l'Appaltatore procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la Direzione Lavori.

Per le strutture di palancole permanenti, si dovranno tenere a disposizione in cantiere gli appositi registri relativi a tutti i particolari raccolti durante la supervisione, il collaudo e il monitoraggio.

Nelle registrazioni di cantiere definitive dovranno essere contenute le informazioni seguenti:

- la posizione "realizzata" della struttura in palancole relativa a punti o linee di riferimento fissi, incluse le strutture ausiliarie che rimangono nel terreno;
- l'elenco contenente le informazioni rilevanti circa l'uso, la manutenzione e l'ispezione della struttura;
- le informazioni prescritte nella relazione di progettazione riguardo ai livelli dell'acqua freatica e alle pressioni idrostatiche;
- le direttive particolari concernenti la gestione a completamento dei lavori ove ritenuto necessario in seguito ad osservazioni fatte durante l'esecuzione;
- le direttive per la manutenzione dei sistemi di drenaggio, nonché i metodi da utilizzare e la relativa frequenza;
- le restrizioni di sovraccarico dietro la parete;
- gli spostamenti della palancole durante l'esecuzione;
- gli eventi che hanno avuto ripercussioni negative sull'esecuzione ed il modo in cui queste ultime sono state affrontate;
- la registrazione degli eventuali danni prodotti sugli edifici adiacenti;
- i risultati delle prove di infissione e di carico.

23.9 REQUISITI SPECIALI

23.9.a Sicurezza

Durante l'esecuzione della struttura di palancole, devono essere rispettate le norme, le specifiche o i requisiti statuari vigenti con riguardo alla sicurezza.

23.9.b Impatto sugli edifici e sugli impianti adiacenti

Quando nelle vicinanze del cantiere si trovano strutture o impianti suscettibili di danni della lavorazione, le condizioni di dette strutture devono essere tenute sotto stretta osservazione e documentate prima dell'esecuzione dei lavori.

Contestualmente all'infissione o all'estrazione delle palancole con vibrator o a percussione, gli edifici interessati devono essere regolarmente monitorati.

23.9.c Inquinamento acustico

Devono essere adottate speciali precauzioni onde garantire che i carichi di rumore non eccedano il limite prescritto dalle direttive internazionali e nazionali.

23.9.d Permeabilità delle palancole

Le procedure atte a ridurre la permeabilità delle palancole e le prove relative, ove richieste, devono essere scelte secondo il progetto.

Se nel progetto sono specificati requisiti restrittivi riguardo la permeabilità delle palancole, deve essere dimostrato che tutte le attività, i materiali e le procedure ritenuti necessari a soddisfare detti requisiti sono conformi ai criteri di prestazione specificati nel progetto. Qualora non esista un'esperienza confrontabile, devono essere eseguite prove rappresentative sui gargami sigillati, che dimostrino come il metodo proposto soddisfi i requisiti di scarico specificati (vedi appendice E della UNI EN 12063).

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 24 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 DL.

È di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, 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 seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove γ = peso di volume totale.

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

24.1 ARMATURA CON BARRE DI ACCIAIO PER C.A.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (bocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

24.2 ARMATURE TUBOLARI

Si useranno tubi di acciaio del tipo S 355, 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. Gli spezzoni dovranno avere idonea lunghezza. **Nel caso di interventi all'interno di edifici, verranno utilizzati elementi modulari di lunghezza pari a circa 1,00-1,50 metri.**

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolti 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.

24.3 ARMATURE CON PROFILATI IN ACCIAIO

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

24.4 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.

ENRICO DUSI STUDIO

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti. Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

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

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a : $R_{ck} \geq 30$ MPa

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento: $a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

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

con un peso specifico pari a circa: $\gamma = 1.8$ kg/dm³

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

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

Per la realizzazione di pali plastici con caratteristiche di impermeabilità è previsto l'uso di **bentonite** in miscela, secondo le dosi indicate dalla ditta produttrice a seguito di mix design adeguatamente calcolato per l'utilizzo specifico del presente progetto.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

TOLLERANZE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

TRACCIAMENTO

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

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

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

PERFORAZIONE

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

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

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

- portata ≥ 10 m³/min
- pressione 8 bar.

Tutto il materiale di risulta delle perforazioni dovrà essere trasportato a discarica autorizzata ad onere dell'Appaltatore, secondo quanto stabilito dal presente Capitolato.

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.

Qualora in presenza di terreni particolarmente permeabili, verrà realizzato un rivestimento dell'armatura con calza in geotessuto per il contenimento del calcestruzzo iniettato.

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 rabbocchi 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.

ENRICO DUSI STUDIO

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.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 25 PROVE SU MICROPALI

Le prove andranno eseguite secondo le indicazioni riportate nel paragrafo § 6.4.3.7 del D.M. 17 gennaio 2018; nei paragrafi successivi verranno indicate alcune modalità di esecuzione delle prove, la quale resta tuttavia a discrezione del tecnico progettista o del collaudatore.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI****25.1 PROVE DI CARICO ASSIALE****DEFINIZIONE DEI CARICHI DI PROVA**

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P prova sarà

- $P \text{ prova} = 1.5 P \text{ esercizio}$ per prove di collaudo
- $P \text{ prova} = P \text{ lim}$ per prove a carico limite

ove con $P \text{ lim}$ si indica quel valore di carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura dell'insieme micropalo terreno.

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.

DISPOSITIVI PER L'APPLICAZIONE E PER LA MISURA DEL CARICO

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 di cui al punto precedente.

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 punto precedente.

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.

PROGRAMMA DI CARICO

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

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 il carico $P \text{ es}$.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$ (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$

ENRICO DUSI STUDIO

- t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$s \leq 0,025 \text{ mm}$.

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 $t = 30'$, $t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità $1/3 P$ es

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).

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 $< P \text{ lim}$, 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:

- $s (P \text{ lim}) \geq 2 \cdot s (P_{lim} - \delta P)$

- $s (P \text{ lim}) \geq 0,2 d + s_{el}$

ove :

d = diametro del micropalo

s_{el} = cedimento elastico del micropalo.

DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al paragrafo precedente.

25.2 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;

C) scavi attorno al fusto del palo.

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

Prove geofisiche

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

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

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

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

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, 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 dal presente Capitolato.

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 sonde 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 $d \leq 1200 \text{ mm}$ ed almeno tre per diametri superiori.

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

Carotaggio continuo meccanico

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

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

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

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

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

ENRICO DUSI STUDIO

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.

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.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 26 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali ferrosi saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a mano e a macchina che possa menomare la sicurezza di impiego.

Essi risponderanno a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore. In particolare, a seconda delle diverse modalità di impiego, i materiali stessi (acciaio tondo in barre, liscio o ad aderenza migliorata per c.a., acciaio in barre, fili o trefoli per c.a. precompressi, piatti o profilati per strutture metalliche ecc.) dovranno essere conformi a tutte le norme di cui al D.M. 17.01.2018 e successive modificazioni ed integrazioni.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, per i materiali metallici, i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le fabbriche e fonderie fornitrici e presso i laboratori ufficiali.

Ai sensi della norma UNI EN 1090-1, tutti gli elementi metallici per uso strutturale dovranno essere in possesso di Marcatura CE.

Il produttore dovrà preliminarmente qualificare i propri prodotti attraverso prove o calcoli iniziali di tipo e certificare il proprio FPC (Factory Production Control) conformemente alla norma UNI EN 1090-1 mediante l'intervento di un Organismo Notificato secondo criteri definiti dall'Appendice ZA della norma stessa.

Il processo da seguire per poter apporre la Marcatura CE sul proprio prodotto varia a seconda della tipologia e della destinazione d'uso. La base della Marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1090-1 è costituita da:

- Una dichiarazione di conformità redatta dal produttore,
- Un certificato del controllo di produzione in fabbrica emesso dall'Organismo Notificato.

La Marcatura CE apposta dovrà poi indicare la conformità all'uso previsto così come specificato nelle varie opzioni della norma stessa.

Inoltre, secondo la norma UNI EN 1090-1, i produttori di strutture saldate, o parti di esse, in acciaio o in alluminio, devono eseguire tali attività in accordo alle parti rilevanti delle norme della serie UNI EN ISO 3834. La relazione tra le classi di esecuzione delle strutture e le norme UNI EN ISO 3834 applicabili è contenuta all'interno della norma EN 1090-1. La UNI EN 1090 richiama a riferimento anche ad altri standard di qualifica dei procedimenti e degli operatori di saldatura quali ISO 14731, ISO 9606-1 e EN ISO 15614.

26.1 ACCIAIO FUSO IN GETTI

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto, e dovranno essere conformi a quanto previsto dalle seguenti normative:

UNI EN 10213:2016	Getti di acciaio per impieghi a pressione.
UNI EN 10283:2010	Getti di acciaio resistenti alla corrosione.
UNI EN 10293:2015	Getti di acciaio per impieghi tecnici generali.
UNI EN 10295:2003	Getti di acciaio resistente al calore.
UNI EN 10340:2008	Getti di acciaio per impieghi strutturali.
UNI EN 10349:2009	Getti d'acciaio - Getti d'acciaio austenitici al manganese.
UNI EN 1559-2:2014	Fonderia - Condizioni tecniche di fornitura - Requisiti addizionali per getti di acciaio.
UNI EN ISO 11970:2016	Specificazioni e approvazione delle procedure di saldatura per le saldature di produzione sui getti di acciaio.
UNI EN ISO 3506-3:2010	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Viti senza testa e particolari simili non soggetti a trazione.
UNI EN ISO 898-5:2012	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti senza testa e particolari simili filettati non soggetti a trazione.

26.2 ACCIAI PER CARPENTERIA METALLICA

Per quanto riguarda le lavorazioni in carpenteria metallica, fatto salvo quanto specificatamente negli elaborati di progetto, l'acciaio dovrà essere di qualità S275 J2 o con caratteristiche superiori.

Questo dovrà essere conforme alle norme armonizzate della serie

- **UNI EN 10025:2005 (per i laminati),**
- **UNI EN 10210-2:2006 (per i tubi senza saldatura),**
- **UNI EN 10219-1:2006 (per i tubi saldati).**

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EN 10204. Essi dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni di cui alle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17.01.2018.

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicare l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Essi inoltre dovranno essere controllati in stabilimento.

Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non anteriore più di tre mesi da quella di spedizione, salvo quanto previsto ai punti 11.3.2.10.1 e 11.3.2.11.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

ENRICO DUSI STUDIO

I controlli in cantiere sono obbligatori. Il prelievo dei campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI ENV 10080:2005, salvo quanto stabilito ai § 11.3.2.10.4 e 11.3.2.11.3 delle nuove norme tecniche. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri ed effettuati con il prelievamento di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di ciascuna partita di comune provenienza.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle norme UNI EN ISO 6892-1:2009, UNI EN ISO 7438/05 ed UNI EN 10080/05, salvo indicazioni contrarie o complementari. Le barre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test"), da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale, le quali accerteranno la resistenza e la duttilità del materiale.

Eventuali risultati anomali saranno dal Direttore dei Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP.

I materiali che saranno impiegati in tali tipi di strutture rispetteranno le prescrizioni contenute al punto 11.3.4 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) saranno del tipo S355JR (ex Fe 510 B), ai sensi della UNI EN 10025/2005, definiti, per le caratteristiche meccaniche, al punto 11.3.4.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Il lamierino in 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.

Le lamiere, ove impiegate, saranno conformi per qualità e caratteristiche alle norme e prescrizioni della UNI EN 10029.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura dei tubi vale la norma UNI EN 10025:2005, UNI EN 10204:2005. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alla normativa generale di unificazione di seguito riportata:

UNI EN 10216-1/05 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione – Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente

UNI EN 10217-1/05 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione – Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicare l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

26.3 ACCIAI PER CARPENTERIA METALLICA IN ZONA SISMICA

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio. Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A_5 , misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

26.4 BULLONI, DADI E BARRE FILETTATE

Per quanto riguarda le barre filettate e i dadi da utilizzare nelle lavorazioni indicate negli elaborati di progetto, l'acciaio dovrà avere caratteristiche di resistenza classe 8.8 (alta resistenza) per le barre filettate, e classe 8 per i dadi (UNI EN ISO 898-1:2013); barre filettate e dadi dovranno essere zincate per resistere alla corrosione.

I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alla norma UNI EN ISO 4016:2011, devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2013, associate nel modo indicato nella tabella seguente:

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella sono riportate nella seguente tabella:

	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}(N/mm^2)$	240	300	480	649	900
$f_{tb}(N/mm^2)$	400	500	600	800	1000

26.5 BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella sottostante, devono essere associati come indicato nelle tabelle precedenti:

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2009	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32, 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32, 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armoniz-

ENRICO DUSI STUDIO

zata UNI EN 14399-1:2015 e recare la relativa marcatura CE.

26.6 GHISA

La ghisa grigia per getti dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1561:2011; la ghisa malleabile per getti, alle norme UNI EN 1562:2012. E' assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.

26.7 CHIUSINI, CADITOIE E GRIGLIE IN GHISA

Dovranno essere fusi in ghisa a grafite sferoidale conformi alla normativa UNI EN 124/86 e quindi suddivisi in 6 classi chiamate: A 15, B 125, C 250, D 400, E 600, F 900 dove i numeri: 15, 125, 250, 400, 600, 900 rappresentano i kN di resistenza; tali classi saranno:

- Gruppo 1: Zone usate esclusivamente da pedoni, ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.
- Gruppo 2: Marciapiedi, zone pedonali e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.
- Gruppo 3: Copre esclusivamente i dispositivo di coronamento installati su banchine, nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m. sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.
- Gruppo 4: Vie di circolazione incluse le zone pedonali.
- Gruppo 5: Vie di circonvallazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.
- Gruppo 6: Zone speciali come ad esempio alcune aree d'aerodromo negli aeroporti commerciali.

Per le camerette di ispezione la dimensione di passaggio minima sarà di 600 mm per permettere il passaggio di persone attrezzate con apparecchio di respirazione. Nei pozzetti d'allacciamento saranno ammesse dimensioni minime minori.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124;
- la classe corrispondente;
- il nome e la sigla del fabbricante;
- il riferimento ad un marchio di conformità.

26.8 ALLUMINIO, LEGHE E PRODOTTI

Salvo diversa prescrizione, profilati e trafilati saranno forniti in alluminio primario ALP 99,5 UNI 9001/2. Gli stessi materiali dovranno presentare per tutta la loro lunghezza sezione costante, superficie regolare, senza scaglie, vaiolature, striature ed ammanchi di materia. Le lamiere non dovranno presentare sdoppiature né tracce di riparazione.

26.9 ALLUMINIO ANODIZZATO

Dovrà risultare conforme alla seguente normativa di unificazione: UNI 4522 - Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo.

Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARS, ARC, IND, VET, rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico ludico, spazzolato, satinato, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Si intendono applicate le seguenti norme:

- NTC2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M.14 Gennaio 2008)
- Circolare applicativa delle NTC2008, D.M. 14.01.2008- Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- Norme Tecniche CNR 10012/85: Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni
- Norme Tecniche CNR 10016/85: Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni
- Norme Tecniche CNR 10024/86: Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture
 - UNI EN 1991-1-1:2004: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
 - UNI EN 1991-1-2:2004: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
 - UNI EN 1991-1-3:2004 (sostituita dalla normativa UNI EN 1991-1-3:2015): Azioni in generale - Carichi da neve
 - UNI EN 1991-1-4:2005 (sostituita dalla normativa UNI EN 1991-1-4:2010): Azioni in generale - Azioni del vento
 - UNI EN 1991-1-5:2004: Azioni in generale - Azioni termiche
 - UNI EN 1991-1-6:2005: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione
 - UNI EN 1991-1-7:2006: Azioni in generale - Azioni eccezionali
 - UNI EN 1991-3:2006: Azioni indotte da gru e da macchinari
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio
 - UNI EN 1993-1-1:2005 (sostituita dalla normativa UNI EN 1993-1-1:2014): Regole generali e regole per gli edifici
 - UNI EN 1993-1-2:2005: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
 - UNI EN 1993-1-3:2007: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
 - UNI EN 1993-1-4:2007 (sostituita dalla normativa UNI EN 1993-1-4:2015): - Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili
 - UNI EN 1993-1-5:2007(sostituita dalla normativa UNI EN 1993-1-5:2017): Elementi strutturali a lastra
 - UNI EN 1993-1-6:2007(sostituita dalla normativa UNI EN 1993-1-6:2017): Resistenza e stabilità delle strutture a guscio
 - UNI EN 1993-1-7:2007: Strutture a lastra ortotropa caricate al di fuori del piano
 - UNI EN 1993-1-8:2005: Progettazione dei collegamenti
 - UNI EN 1993-1-9:2005: Fatica
 - UNI EN 1993-1-10:2005: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
 - UNI EN 1993-1-11:2007: Progettazione di strutture con elementi tesi
 - UNI EN 1993-1-12:2007: Regole aggiuntive per l'estensione della EN 1993 fino agli acciai di grado S 700

ENRICO DUSI STUDIO

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

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

Il ferro e l'acciaio dolce delle qualità prescritte dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensioni, e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione.

Per la ferramenta di qualche rilievo, l'Appaltatore dovrà preparare e presentare alla Direzione un campione il quale, dopo approvato dalla Direzione stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

ONERI E OBBLIGHI DELL'APPALTATORE COMPRESI NELLA FORNITURA

- Le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati dalla Direzione Lavori;
- L'assistenza da parte del personale dell'Appaltatore durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici nelle strutture in C.A.;
- La fornitura e la posa in opera di tutto il materiale necessario come travi, pilastri, piastre, spessori metallici, profilati, lamiere, bulloni, dadi, rondelle, lamiere striate, grigliati, ecc. per la realizzazione delle strutture come rappresentate nei disegni di progetto;
- Trasporto, scarico, immagazzinamento, protezione e custodia dei materiali in cantiere, sollevamento dei vari elementi componenti la fornitura, compresa l'esecuzione della recinzione della zona di immagazzinamento;
- Ponteggi, mezzi di trasporto, mezzi di sollevamento, macchine utensili e attrezzature varie;
- Locali adatti a: ricovero, spogliatoio, refettorio, ecc. per il personale dell'appaltatore, come previsto dalle vigenti norme di igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro;
- Le linee elettriche dai punti di presa in cantiere agli utensili utilizzatori;
- Manodopera specializzata e ordinaria per la posa in opera delle strutture;
- Gli oneri relativi all'esecuzione delle prove di carico richieste;
- Il trasporto dai luoghi di installazione e l'accatastamento nell'ambito del cantiere, in zona recintata, preventivamente indicata dalla Direzione Lavori, dei materiali di risulta e di rifiuto. Il trasporto degli stessi al luogo di smaltimento;
- La pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti;
- L'Appaltatore è responsabile degli inconvenienti che possono verificarsi per l'omissione del controllo degli ordinativi e delle misure delle diverse opere in ferro da rilevare sul posto;
- Sono rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezioni o inizio d'imperfezione;
- Le lavorazioni in officina dovranno essere condotte nel rispetto rigoroso di quanto prescritto nel D.M. 9.1.1996, parte seconda: "Regole pratiche di progettazione ed esecuzione". L'appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati, è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite da norme ufficiali cogenti;
- L'Appaltatore dovrà fornire tutte le travi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale;
- La posizione delle eventuali giunzioni dovrà essere concordata con la Direzione Lavori e chiaramente indicata sui disegni di officina;
- L'Appaltatore dovrà costruire in officina i vari elementi nelle dimensioni massime compatibili con il trasporto ed una corretta esecuzione del montaggio.

CALCOLI STATICI E DISEGNI D'OFFICINA

L'Appaltatore dovrà verificare tutti gli elementi delle strutture in acciaio per i carichi permanenti ed i sovraccarichi indicati nel progetto. L'Appaltatore dovrà inoltre preparare i disegni di officina per tutti gli elementi che dovranno essere presentati alla Direzione Lavori per l'approvazione prima di iniziare la fabbricazione. Sui disegni dei particolari costruttivi dovranno essere indicati gli elementi appresso indicati:

- la lunghezza di taglio di travi, montanti ed elementi di collegamento verticali ed orizzontali;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- la disposizione, il diametro dei fori, le dimensioni e i tipi dei bulloni da impiegare;
- le dimensioni dei cordoni di saldatura, i procedimenti di saldatura, la qualità degli elettrodi da impiegare;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori delle flange, delle piastre di base, degli irrigidimenti, ed ogni altro elemento impiegato nelle connessioni.

26.10 PRESCRIZIONI SPECIFICHE SULLE SALDATURE

Le opere di progetto prevedono l'esecuzione di saldature sia in officina sia in opera (in cantiere).

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo quanto prescritto nel D.M. 17 gennaio 2018 e secondo la norma UNI EN 287-1:2012 da parte di un Ente terzo. I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2012.

Per la saldatura ad arco di materiali metallici (saldatura ad innescò mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innescò sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2014; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2009 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

Per quanto attiene i processi di saldatura, e con riferimento al tipo di azione sulle strutture in relazione alla fatica, si adotta nel presente progetto il **livello C** della norma UNI EN ISO 5817:2014, secondo quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 (si veda anche tabella 11.3.XI

ENRICO DUSI STUDIO

del capitolo 11.3.4.5 – “Processo di saldatura” – dello stesso decreto ministeriale).

Per il livello C indicato, dovranno essere rispettati i livelli di requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 e il livello di conoscenza tecnica del personale secondo il D.M. 17 gennaio 2018.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. La quantità e la tipologia di controllo verranno definiti dalla Direzione Lavori e dal Collaudatore; comunque si prevede il controllo di almeno il 30% delle saldature complessive. I costi per i controlli sulle saldature saranno sostenuti dal Committente. Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635:2017. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2008 almeno di secondo livello.

Le carpenterie metalliche e tutte le lavorazioni ad esse connesse (saldature, fissaggio di barre filettate, inghisaggi, ecc.) dovranno rimanere a vista, e non dovranno essere rivestite, qualora previsto, prima dell'effettuazione dei controlli sulle saldature. E' a carico dell'appaltatore la predisposizione degli apprestamenti necessari a permettere agli operatori incaricati l'esecuzione dei controlli.

Per quanto riguarda il costruttore delle carpenterie metalliche, oltre alle prescrizioni applicabili di cui al paragrafo 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 (“Centri di trasformazione”), il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4 in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nella tab. 11.3.XI del capitolo 11.3.4.5 – “Processo di saldatura” – del D.M. 17 gennaio 2018.

Le saldature, salvo diversa prescrizione di progetto o della DL, devono essere di 2a classe ed a completa penetrazione, con elettrodi basici di classe di qualità 3 adeguati alle caratteristiche meccaniche degli elementi di acciaio da saldare. I lembi da saldare devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, grassi, vernici, presenza di umidità etc.

Non possono essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C .

Le giunzioni saldate dovranno essere eseguite con le modalità appresso indicate:

- le saldature in cantiere potranno essere eseguite solamente dietro esplicita richiesta della Direzione Lavori e a temperatura non inferiore a 0°C ;
- le saldature da eseguire sia in officina che in opera saranno così realizzate:
 - giunti testa-testa, a croce, a T: saranno a completa penetrazione e dovranno risultare di seconda classe;
 - cordoni d'angolo: lo spessore della gola dovrà essere pari a 0,7 volte lo spessore minimo degli elementi da collegare.

26.11 PULITURA

I manufatti grezzi, dopo aver subito tutte le lavorazioni previste e prima del trattamento protettivo (zincatura o verniciatura), verranno trattati, in base alle indicazioni di progetto, allo scopo di asportare tutte le formazioni di calamina, ruggine, etc. Successivamente essi devono essere accuratamente lavati e puliti. Le opere devono risultare scevre da cordoni di saldatura e non presentare segni di molatura superficiale o deformazioni da calore. Devono essere eliminati gli effetti tensionali derivanti dalla saldatura. I punti di connessione per giunti ad attrito o saldati devono essere puliti e finiti con lima a grana sottile e telasmeriglio ed avere spigoli vivi o leggermente arrotondati.

26.12 MODALITA' DI ESECUZIONE

L'Appaltatore verifica e fa proprio il progetto di tutte le strutture metalliche, facendosi carico di tutte le precisazioni, adeguamento puntuale allo stato dei luoghi ed eventuale integrazione di opere, e facendosi carico inoltre della redazione dei disegni di officina.

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si devono sottoporre all'approvazione della DL tutti i disegni di officina. Le opere devono essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni in progetto (ad esempio connessioni, ancoraggi, ecc.). Per la esecuzione delle opere in acciaio, l'Appaltatore deve realizzare tutte le opere murarie e provvisorie necessarie per garantire la perfetta geometria delle strutture in rapporto al progetto, compresi gli impalcati, le centine, le staffe di ancoraggio e sostegno provvisorio, a qualsiasi altezza. Ove previsto in progetto i profili devono essere calandrati secondo archi di cerchio, anche policentrici o elicoidali. Le calandrate, quando non è previsto diversamente in progetto o dalla DL, devono essere eseguite a freddo. Ogni pezzo ed opera completa in ferro devono essere forniti a piè d'opera con trattamento antiruggine, ovvero con zincatura o altro procedimento previsto in progetto.

Le strutture dovranno garantire il requisito R60 secondo le indicazioni di progetto.

L'Appaltatore deve proteggere tutte le parti annegate nella muratura, qualora non zincate o altrimenti protette, mediante applicazione di antiruggine. In cantiere sono vietati, salvo autorizzazione della DL, qualunque tipo di taglio e saldatura.

L'acciaio deve essere lavorato diligentemente, con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo le indicazioni di progetto o date dalla DL all'atto esecutivo, con particolare attenzione alle saldature e alle bullonature. Le forature devono essere eseguite con trapano. È vietato l'uso della fiamma. Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-vite. I tagli non devono presentare strappi, riprese o sbavature. Essi devono essere regolari, passati con la smerigliatrice. Raddrizzamenti, spianamenti, etc. devono essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue. Per il serraggio dei bulloni devono essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non inferiore al 10%. I bulloni vengono prima serrati al 60% della coppia prevista, quindi si procederà al serraggio completo.

26.13 MONTAGGIO

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature dell'appaltatore e verrà condotto sotto la sua piena ed incondizionata responsabilità, secondo la progressione temporale prevista a programma.

Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità. I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire la sicurezza e l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

Le dime di montaggio dovranno essere inviate in cantiere con un congruo anticipo.

Le misurazioni in contraddittorio sulle fondazioni e lo scambio delle bindelle saranno fatte in tempo utile e comunque prima del definitivo inghisaggio dei tirafondi. Prima dell'apertura del cantiere dovranno essere definiti per tempo: le aree per le installazioni fisse, le necessità di servizi e utenze, l'area di deposito dei materiali, gli accessi necessari al montaggio, tipi, pesi e carico dei mezzi semoventi, ecc.

Tutte le partite di materiale dovranno essere pesate, all'atto del loro arrivo, presso una pesa pubblica. Analogamente si procederà per l'e-

ENRICO DUSI STUDIO

ventuale uscita di materiali di risulta alla fine dei montaggi.

Tutte le misure per i tracciamenti dovranno avere origine da un unico caposaldo su cui saranno indicate le coordinate di base ed il riferimento per il piano di imposta. All'atto dell'arrivo in cantiere tutti i materiali, sia singoli che composti, dovranno presentare, chiaramente visibili, le marche di riconoscimento d'officina. Nel caso in cui fosse richiesta la verniciatura in officina delle strutture, se queste, all'atto del loro arrivo in cantiere presentassero difetti o danneggiamenti alla medesima, si dovrà procedere all'esecuzione dei necessari ritocchi o ripristini prima della posa in opera.

Particolare cura dovrà essere posta, per evitare danneggiamenti, durante lo scarico, la movimentazione e il tiro in alto dei materiali. Durante queste operazioni si dovranno scrupolosamente osservare le norme di sicurezza.

I lavori dovranno essere eseguiti sotto la direzione di un unico responsabile, a tutti gli effetti, la cui presenza in luogo dovrà essere continuativa.

I materiali d'uso di piccola entità ma necessari al montaggio quali: bulloni, dadi, rosette, ecc., dovranno essere approvvigionati con congrua scorta.

Tutte le misure per i tracciamenti di ogni lotto dell'appalto oggetto delle presenti specifiche dovranno avere origine da un unico caposaldo di cui saranno indicate la posizione, la descrizione ed il riferimento per il piano di imposta.

Di regola il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo. Le operazioni di bullonatura e saldatura dovranno essere effettuate nel rispetto rigoroso delle norme e prescrizioni vigenti in materia.

Per le saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua. Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato. Inoltre, ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

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

26.14 PPRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI ELEMENTI ZINCATI

L'assemblaggio di tutti gli elementi zincati deve avvenire mediante procedimenti che non danneggino in qualunque modo la zincatura, le cui modalità di realizzazione sono descritte al § Art. 36 ZINCATURA DI OPERE IN ACCIAIO.

Gli elementi che devono eventualmente subire tagli, saldature o altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, devono essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti inorganici, del tipo composto da polimeri inorganici con l'aggiunta di zinco metallico.

26.15 TOLLERANZA

La posa in opera deve essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Le carpenterie montate devono avere le seguenti tolleranze massime:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm.;
- lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui, sommandosi, deve essere inferiore alla tolleranza max di 10 mm;
- il fuori piombo max delle colonne non deve superare l'1.5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

26.16 MESSA A TERRA

Si deve assicurare la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e si devono predisporre, nelle posizioni indicate dalla DL, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

26.17 MODALITA' DI CONSERVAZIONE E CURA

Tutti i materiali devono essere protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera. Le opere in carpenteria metallica devono essere protette contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche. Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

26.18 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni momento alla esecuzione delle prove sulle opere in carpenteria metallica secondo quanto previsto al paragrafo 2.2 del presente capitolato.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Regolamento Europeo 305/2011 (CPR);
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Inoltre, in particolare la Direzione Lavori si riserva di far eseguire sui dispositivi di ritenuta con archetti (collegamento travi – tegoli di copertura) una prova su un dispositivo campione analogo a quelli di progetto, testato con prova "ciclica" a trazione con successione di carico e scarico a carichi crescenti fino a rottura, secondo le specifiche da concordare con il Collaudatore.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

I manufatti in acciaio, composti da lamiera, profilati, tubi, getti di fusione, ecc., saranno pagati secondo i prezzi di elenco in base al loro

ENRICO DUSI STUDIO

peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate sui disegni costruttivi di officina, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento).

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo risulterà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

Viene pertanto esclusa la pesatura cumulativa di elementi appartenenti a manufatti diversi anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie rosette, ecc. .

I prezzi d' elenco comprendono e compensano:

- la fornitura di tutti i materiali;
- le armature di sostegno e le impalcature di servizio;
- la lavorazione secondo i disegni esecutivi di progetto, compresa l'esecuzione dei necessari fiorì, la saldatura, chiodatura e ribattitura, gli sfridi di lavorazione;
- la verniciatura, ove indicato, compresa una prima mano di antiruggine e le due successive con vernice precisata nell'elenco prezzi;
- la posa ed il fissaggio in opera;
- ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 27 ZINCATURA DI OPERE IN ACCIAIO

La zincatura a caldo è un processo che permette la formazione di un rivestimento di zinco su oggetti di acciaio attraverso l'immersione a caldo. Questo tipo di protezione permette la formazione di uno strato di lega intermedio zinco-ferro con proprietà di durezza e resistenza maggiori di quella del ferro, protettivo contro la corrosione.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

L'acciaio atto alla zincatura dovrà essere a basso tenore di silicio, circa 0.12÷0.30 % (% di massa).

Lo zinco da usare nel bagno di zincatura deve essere di una delle qualità commerciali di zinco di prima fusione con purezza non minore di quella dello zinco ZN A 98.25, alla temperatura di circa 450°.

La determinazione della massa dello strato di zincatura per unità di superficie deve essere condotta seguendo il metodo della doppia pesata, oppure il metodo della dissoluzione chimica (metodo secondo Aupperle). Il metodo della dissoluzione chimica (metodo secondo Aupperle) fornisce un risultato numericamente più elevato di quello della doppia pesata, perché viene pure disciolto il ferro contenuto nella lega zinco-ferro. La massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

CATEGORIE	MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE	
	Risultato medio di un gruppo di provette min. g/m ²	Risultato per ciascuna provetta singola min. g/m ²
Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio avente spessore maggiore di mm 5	500	450
Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di mm 1	350	300
Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di mm 9	375	300
Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Le caratteristiche visive dello strato di zincatura devono essere controllate in base a quanto indicato di seguito:

1) La superficie significativa degli articoli zincati per immersione a caldo, quando sottoposta a esame con vista normale corretta, deve risultare esente, alla distanza di 1 m:

- da noduli;
- da rigonfiamenti (per esempio aree sollevate dal metallo sottostante);
- da rugosità;
- da parti taglienti (che possano causare lesioni);
- da aree non rivestite.

2) Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere. La formazione di aree grigie più chiare o più scure (per esempio il disegno a cellule di aree grigio scuro) o alcune disomogeneità superficiali, non deve essere causa di scarto; anche macchie dovute a conservazione in ambiente umido (prodotti della corrosione bianchi o scuri principalmente a base di ossido di zinco formati durante il periodo di immagazzinamento in condizioni di umidità dopo la zincatura per immersione a caldo) non devono essere causa di scarto, a condizione che lo spessore del rivestimento rimanga maggiore del valore minimo specificato.

3) Non devono essere ammessi residui di flusso. Non devono essere ammessi grumi e ceneri di zinco quando possono influenzare l'uso cui è destinato l'articolo zincato per immersione a caldo o i suoi requisiti per la resistenza alla corrosione.

Se i saggi e le provette, nel controllo della massa dello strato di zincatura, non risultano conformi alle prescrizioni relative alla determinazione della massa dello strato di zincatura, in base al metodo di determinazione della doppia pesata, deve essere eseguito il metodo della dissoluzione. Se con questo sistema i saggi o le provette risultano conformi, l'intera partita è accettata; in caso contrario essa è rifiutata. Gli oggetti costituenti la partita rifiutata possono eventualmente essere nuovamente zincati e quindi ripresentati al collaudo. Se i saggi o le provette, nel controllo della uniformità dello strato di zincatura, non risultano conformi alle prescrizioni riportate nel "Prospetto II" (vedi seguito), si devono controllare altre due serie di saggi o di provette. Se entrambe queste serie risultano conformi, la partita è accettata; in caso contrario essa è rifiutata.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN ISO 14713:2017 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi,
- UNI EN ISO 1461:2009 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova,
- EUR 24286 EN:2013 Zincatura a caldo di componenti in carpenteria metallica prefabbricati.

Inoltre, la norma EN 1090 parte 2 - par. 10 e Allegato F, stabilisce alcuni requisiti aggiuntivi per la zincatura.

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

ENRICO DUSI STUDIO

27.1 PREPARAZIONE SUPERFICI / ELEMENTI**FORI**

Gli elementi da trattare con zincatura devono innanzitutto essere dotati di fori di sfiato e scarico, in particolare nel caso di corpi cavi, per permettere il passaggio sia dell'aria che dello zinco all'interno della cavità, in modo da ottenere un rivestimento anche all'interno del manufatto. Il diametro dei fori non deve essere inferiore a 8 mm.

In caso di presenza di piastre di testata o di irrigidimento, queste devono essere smussate.

La posizione dei fori di sfiato deve essere attentamente valutata, in accordo tra il progettista e lo zincatore, in modo da evitare accumuli di zinco e sovrasspessori o esplosioni durante le operazioni di immersione.

PUNTI DI SOLLEVAMENTO

È opportuno che gli elementi da trattare con zincatura siano dotati di punti di sollevamento e di ancoraggio. Fino all'altezza di 2,80 m è sufficiente prevedere un punto di ancoraggio, oltre tale misura devono essere previsti 2 punti di ancoraggio.

SUPERFICIE

Sugli elementi da trattare va eseguita una corretta laminazione che evita di ottenere una superficie molto ruvida causata dal sollevamento di scaglie di ferro.

È da evitare l'utilizzo di pennarelli o vernici contenenti siliconi o olii che creano un film protettivo che impedisce al pretrattamento di eseguire una perfetta pulizia della superficie e delle saldature. In questo caso la zincatura risulterà irregolare e sarà necessaria la rilavorazione del pezzo.

27.2 MODALITA' DI ESECUZIONE

Tutte le zincature dovranno essere eseguite a caldo mediante procedimento elettrolitico, tale da determinare un rivestimento metallico di zinco sull'acciaio, ottenuto per fusione dello zinco nel ferro a 450° C. Dopo la zincatura è ammessa la rifusione di parti dello strato di zincatura con torcia o altro mezzo per riparare eventuali difetti. Dopo centrifugazione, il numero degli oggetti attaccati insieme non deve eccedere l'1% del totale. Lo strato di zincatura deve risultare aderente affinché possa resistere senza criccarsi o spellarsi, quando sia sottoposto alle sollecitazioni derivanti dal normale ciclo tecnologico o dalle normali condizioni di impiego.

27.3 SPESSORE DEL RIVESTIMENTO E CORROSIONE

La durata del periodo di protezione contro la corrosione da parte dei rivestimenti realizzati mediante zincatura per immersione a caldo è proporzionale allo spessore del rivestimento.

Nel caso di condizioni estremamente aggressive e/o una durata in servizio eccezionalmente lunga, possono essere richiesti rivestimenti con spessori maggiori di quelli previsti.

Lo spessore minimo del rivestimento da ottenere secondo la norma UNI EN ISO 1461:2009 sui diversi materiali è riportato nella tabella sottostante.

ARTICOLO E SPESSORE DEL MATERIALE	SPESSORE LOCALE DI RIVESTIMENTO (minimo) μm	SPESSORE MEDIO DI RIVESTIMENTO (minimo) μm
Acciaio > 6 mm	70	85
3 mm < Acciaio $\leq$ 6 mm	55	70
1.5 mm $\leq$ Acciaio $\leq$ 3 mm	45	55
Acciaio < 1.5 mm	35	45
Fusioni di ghisa $\geq$ 6 mm	70	80
Fusioni di ghisa < 6 mm	60	70

La tabella successiva mostra invece la velocità di corrosione dello strato di zinco secondo la normativa UNI-EN-ISO 14713 previa individuazione della categoria di corrosività, ovvero dell'aggressività dell'ambiente.

Nella tabella sono riportati i valori della perdita media annuale di spessore di zinco in funzione di sei differenti ambienti di esposizione.

ENRICO DUSI STUDIO

Codici	Categoria di corrosività	Rischio di corrosione	Perdita media spessore zinco ($\mu\text{m}/\text{anno}$)
C1	Interno: asciutto	Molto basso	< 0,1
C2	Interno: condensa occasionale Esterno: area rurale esposta nell'entroterra	Basso	da 0,1 a 0,7
C3	Interno: alta umidità, leggero inquinamento dell'aria Esterno: Area entroterra urbana o area costiera temperata	Medio	da 0,7 a 2
C4	Interno: piscine, impianti chimici, ecc Esterno: Area Industriale entroterra o area costiera urbana	Alto	da 2 a 4
C5	Esterno: Area Industriale con alta umidità o area costiera ad alta salinità	Molto Alto	da 4 a 8
Im2	Acqua marina in regioni temperate*	Molto Alto	da 10 a 20

27.4 RIPARAZIONI

Le aree complessive non rivestite da riparare da parte dello zincatore non devono essere maggiori dello 0,5% dell'area di superficie totale di un componente. Ciascuna area non rivestita da riparare non deve essere maggiore di 10 cm².

Se è prevista la verniciatura lo zincatore deve comunicare al cliente il tipo di riparazione che intende adottare.

Lo spessore del rivestimento per la riparazione sulle aree scoperte deve essere maggiore di almeno 100 μm a meno di situazioni particolari (sistema duplex, zincatura + verniciatura).

Il rivestimento sulle aree restaurate deve essere in grado di fornire protezione assoluta all'acciaio su cui viene applicato.

27.5 CERTIFICAZIONI E PROVE

I saggi devono essere costituiti o dagli oggetti stessi da controllare oppure, quando ciò sia impossibile, da appositi pezzi della stessa qualità di materiale da sottoporre a zincatura insieme agli oggetti che rappresentano.

Il numero e il genere degli oggetti o saggi significativi da usare per ciascuna prova devono essere concordati tra committente e zincatore. Il saggio scelto deve essere sottoposto per intero al controllo se la sua superficie è minore di 100 cmq. Nel caso di saggi di maggiore superficie, la parte da ricavare (provetta) per il controllo deve avere una superficie non minore di 100 cmq. Al fine di promuovere e sostenere processi sostenibili, i trattamenti dovranno essere eseguiti in aziende con certificazione di sistema Qualità (ISO 9001), Ambiente (ISO 14001), Sicurezza (OHSAS 18001), operanti su siti produttivi registrati EMAS. I trattamenti devono essere stati sottoposti a studio del ciclo di vita (LCA) e disporre di Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD. Il tutto permetterà di calcolare l'impatto ambientale della carpenteria (ferro, lavorazioni, trattamenti e montaggio) in termini di CO₂ equivalente.

I trattamenti dovranno essere accompagnati da dichiarazione di conformità ai requisiti indicati, redatti secondo la ISO/IEC 17050-1, Dichiarazione Ambientale di prodotto EPD e registrazione EMAS del sito produttivo.

La zincatura verrà ispezionata alla sua realizzazione seguendo i dettami della norma di riferimento UNI EN ISO 1461.

Lo spessore di zincatura dovrà essere sottoposto a verifica di accertamento mediante utilizzo di spessimetro digitale.

27.6 ZINCATURA DI LAMIERE

La zincatura a caldo delle lamiere sottili dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni delle norme UNI EN 10346:2009 e UNI EN 10147:1993 e le lamiere dovranno essere del tipo Fe Z 34. La lavorazione per la curvatura delle lamiere dovrà essere eseguita nel senso della laminazione.

Per le lamiere zincate (procedimento Senzimir) il rivestimento potrà essere del tipo da 381 g/mq; fino a 0,6 mm di spessore, l'acciaio dovrà essere del tipo Fe 34, per lo spessore di 0,8 mm o superiore l'acciaio dovrà essere del tipo Fe 42. La finitura delle lamiere stesse dovrà essere eseguita con acido cromico.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 28 OPERE IN ACCIAIO INOX**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

L'acciaio inossidabile dovrà essere conforme alle norme AISI 304 o AISI 316 a seconda delle previsioni di progetto o delle indicazioni della Direzione dei Lavori.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme:

- UNI 3666/65,
- UNI 4008/66,
- UNI 4009/66,
- UNI 4261/66,
- UNI 4262/66,
- UNI 4263/65,
- UNI 4530/73,
- UNI 5687/73,
- UNI 5890/66,
- UNI 5891/66,
- UNI 6375/68,
- UNI 6376/68,
- UNI EN ISO 8565/11,
- UNI EN ISO 9227/12,
- UNI EN ISO 3651-1/00.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN 10088-1:2014 Acciai inossidabili - Parte 1: Lista degli acciai inossidabili
- UNI EN 10088-3:2014 Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10088-2:2014 Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN ISO 7500-1:2016 Materiali metallici - Verifica delle macchine di prova statica uniassiale - Parte 1: Macchine di prova a trazione/compressione - Verifica e taratura del sistema di misurazione delle forze
- UNI EN ISO 9445-2:2010: Acciai inossidabili laminati a freddo in continuo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma - Parte 2: Bandelle e nastri larghi Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

PRESCRIZIONI GENERALI

L'acciaio inox utilizzato sarà del tipo AISI 304 in base alla normativa EN 10088, secondo dimensioni, forme e spessori riportati negli elaborati grafici di progetto.

Tutte le saldature dovranno essere di 1a classe e a completa penetrazione.

Durante le lavorazioni si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- piastre, lamiere e in generale ogni articolo saranno ben dritti e spianati;
- i fori devono essere eseguiti completamente al trapano;
- i tagli delle connessioni devono essere eseguiti con precisione ed esattezza in modo che queste non presentino discontinuità.

La D.L. ha la facoltà di far eseguire esami e prove di accettazione di tutti i materiali, prima dell'inizio delle lavorazioni. A lavorazioni avvenute i manufatti devono essere sottoposti all'accettazione provvisoria del Committente, che vi provvede a mezzo di propri incaricati, i quali ne verificano l'esatta e perfetta lavorazione e la rispondenza alle prescrizioni. L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti rilevandone in posto le misure ed il tipo ed il numero esatto di pezzi occorrenti. Prima di iniziare la messa in opera l'Appaltatore deve inoltre verificare la congruenza delle dimensioni dei manufatti con quelle delle strutture destinate a riceverli. Nel caso che detta congruenza non sia realizzata per difetto di esecuzione delle strutture e/o dei manufatti, la D.L. prescrive i provvedimenti da adottare, i cui oneri sono a totale carico dell'Appaltatore. Tutti i manufatti devono essere collocati in opera mediante fissaggio alle strutture di sostegno come indicato negli elaborati di progetto.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere:

- alla lavorazione di elementi anche articolati e di forma non lineare previsti in progetto;
- alla eventuale esecuzione delle calandrate secondo archi circolari;
- alla esecuzione di tutte le lavorazioni quali tagli, forature, saldature, piegature, accoppiamenti necessarie per la realizzazione delle opere previste.

Gli elementi in acciaio inox saranno fissati alle strutture portanti mediante tasselli di dimensioni e tipi indicati negli elaborati di progetto; l'assemblaggio di elementi in acciaio inox sarà ottenuto mediante dadi, bulloni, brugole rigorosamente in acciaio inox.

TRATTAMENTI

Gli acciai inox durante le fasi lavorative dovranno essere accuratamente sottoposti alle seguenti operazioni.

SGRASSAGGIO

Con questa operazione devono essere rimosse tutte le tracce di grasso dalla superficie dell'elemento di acciaio inossidabile, prima di

ENRICO DUSI STUDIO

sottoporlo al trattamento di finitura superficiale. Lo sgrassaggio può essere effettuato con diversi metodi quali lavaggio con soluzioni alcaline, con emulsioni, con solventi, con detergenti oppure a mezzo di trattamento mediante getti di vapore o di acqua calda in pressione e pulitura con ultrasuoni.

DECAPAGGIO

Con il decapaggio devono essere rimosse le eventuali scaglie di ossidi che si formano quando un manufatto subisce un riscaldamento a temperatura elevata in presenza di ossigeno atmosferico come accade, per esempio, durante la fucinatura, la laminazione a caldo, la saldatura, ecc. I sistemi di decapaggio possono essere di tipo meccanico (per esempio sabbiatura con sabbia silicea) che di solito precedono quelli chimici quando la quantità di scaglia è di notevole spessore e risulta molto aderente alla superficie. Durante le operazioni di decapaggio è assolutamente necessario predisporre gli ambienti con opportuni sistemi di sicurezza e procedere poi a lavaggi accurati dei manufatti, in quanto i bagni di decapaggio sono fortemente aggressivi e a volte tossici. Se la scaglia è molto aderente è necessario evitare tempi di permanenza troppo prolungati nei bagni di decapaggio per evitare il danneggiamento dei manufatti; è preferibile, in questo caso, alterare ai bagni di decapaggio un'azione meccanica di spazzolatura.

DECONTAMINAZIONE

Con questo trattamento devono essere rimosse dalla superficie di acciaio inossidabile le tracce ferrose o di altri metalli che l'avessero contaminata durante le lavorazioni. L'operazione consiste nell'immergere o irrorare le superfici del manufatto con apposite soluzioni in grado di sciogliere le parti inquinanti e di ricostituire lo strato passivo eventualmente danneggiato. Dopo la decontaminazione, che non deve in alcun modo alterare lo stato superficiale del manufatto o del semilavorato, si deve eseguire un accurato lavaggio con acqua, così da rimuovere qualsiasi traccia di soluzione acida.

FINITURA

Tutte le opere in acciaio inox saranno rifinite superficialmente mediante spazzolatura a grana fine e/o altro idoneo trattamento al fine di presentare superficie omogenea con aspetto satinato, mai lucido.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 29 LEGNAME**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I legnami da impiegare, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 ed appartenere alla classe C24 definita dalla norma EN 338. Essi non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate alla sega e si ritirino nelle connessioni.

Nei legnami grossolanamente squadrate ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

I tavolati da impiegare saranno in pannelli multistrato o in legno massiccio, eventualmente trattati con resine fenoliche, resistenti all'acqua e alle temperature di soleggiamento, indeformabili di spessore commisurato agli sforzi di sollecitazione alla pressoflessione e al taglio.

Tutti gli incastri e le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera di legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro.

Ogni elemento finito, dopo forature, tagli, ecc..., dovrà essere trattato con prodotti ad azione protettiva e fungicida per la classe di rischio e di penetrazione prevista in progetto secondo le norme EN 335 e EN 351.

Tutte le strutture portanti in legno dovranno garantire una resistenza al fuoco pari a R60, pertanto dovranno essere previsti e compresi tutti gli accorgimenti necessari allo scopo, in particolare l'installazione di tappi in corrispondenza degli spinotti e il rivestimento delle strutture metalliche con listelli, il tutto di spessore pari ad almeno 5 cm.

29.1 LEGNO LAMELLARE

Gli elementi in legno lamellare dovranno essere realizzati secondo le norme UNI EN 14080 e dovranno garantire una classe di resistenza GL 24h secondo la norma UNI EN 1194. Dovranno essere utilizzati adesivi per l'incollaggio di tipo omologato ai sensi delle norme vigenti e impregnati con trattamenti protettivi a base d'acqua.

Le lamelle esterne devono presentare gli anelli di accrescimento con la concavità rivolta verso l'alto.

Le tolleranze dimensionali dovranno essere conformi a EN 390. Il giunto di testa fra le tavole, a pettine o a dita, deve essere conforme alle indicazioni riportate della norma EN 387. Ogni elemento deve essere accompagnato dalla certificazione emessa dal produttore, dotato della certificazione di idoneità all'incollaggio di elementi strutturali di grandi luci (cat. A), contenente i riferimenti sulla fornitura, sul metodo usato per la classificazione delle lamelle (se a macchina con l'indicazione del tipo di macchina classificatrice), sulla classe di qualità del legno, sul tipo di incollaggio e la qualità di colla usata, che deve essere omologata secondo la EN 301, che deve risultare idonea all'uso nell'ambiente di destinazione dell'elemento e superare le prove descritte da EN 391, EN 392.

L'emissione di formaldeide dei collanti deve risultare inferiore ai limiti contenuti nella norma europea EN 14080.

Ogni elemento finito, dopo forature, tagli, ecc..., dovrà essere trattato con prodotti ad azione protettiva e fungicida per la classe di rischio e di penetrazione prevista in progetto secondo le norme EN 335 e EN 351.

Tutte le strutture portanti in legno dovranno garantire una resistenza al fuoco pari a R60, pertanto dovranno essere previsti e compresi tutti gli accorgimenti necessari allo scopo, in particolare l'installazione di tappi in corrispondenza degli spinotti e il rivestimento delle strutture metalliche con listelli, il tutto di spessore pari ad almeno 5 cm.

29.2 SISTEMA DI FONDAZIONE PER EDIFICI A STRUTTURA LEGGERA IN LEGNO

Sistema di fondazione per pareti in legno ALUFOOT® (Brevetto Europeo depositato da Università di Padova PTC/IB2012/056544), sia in tecnologia X-Lam sia platform frame, composto da un cordolo di base (ALU beam) in profilo estruso in lega di alluminio tipo 6060 (UNI 9006/1), dimensioni esterne 120x150 mm, in verghe da 6 m, dotato di:

- cave sui lati verticali adatte all'impiego dei giunti lineari con apertura di 10mm bloccabili tramite viti M8 classe 8.8 per l'ancoraggio delle piastre forate in alluminio necessarie al collegamento delle pareti sul cordolo di fondazione,
- cave sui lati orizzontali sagomate per l'impiego di un dispositivo di ancoraggio a terra con barre metriche centrali M16 classe 5.8 e l'alloggiamento delle relative piastre di ripartizione,
- guarnizione superiore in EDPM ad incastro, dimensioni 120x13 mm, idonea per distribuire la pressione del legno sul profilo di base e assicurare la tenuta all'aria all'interfaccia tra parete in legno/cordolo in alluminio,
- eventuale riempimento interno in schiuma poliuretanica (ALU beam+).

Il sistema è inoltre fornito con il corredo di:

- barre filettate in acciaio zincato M16x400 mm classe 5.8 per il collegamento del profilo estruso alla fondazione in calcestruzzo, complete di accessori in materiale plastico per la disgiunzione galvanica e piastrine in alluminio di ripartizione del carico, tipo ALU FIX,
- staffe in alluminio 6060 (UNI 9006/1) di collegamento del profilo ALU beam alle pareti, con trattamento zinco lamellare KL-100A M8x29 cl.8.8, con codolo cilindrico e punta, in particolare:
 - a. staffe a taglio, complete di guida di fissaggio a 4 fori e relativi bulloni di fissaggio; portata massima di progetto VRd=15 KN (ALU SH-15),
 - b. staffe a trazione, complete di guida di fissaggio a 2 fori e relativi bulloni di fissaggio; portata massima di progetto NRd=25 KN (ALU HD-25),
 - c. staffe a trazione, complete di guida di fissaggio a 6 fori e relativi bulloni di fissaggio; portata massima di progetto NRd=60 KN (ALU HD-60),

ENRICO DUSI STUDIO

d. staffe a taglio e trazione, complete di guida di fissaggio a 4 fori e relativi bulloni di fissaggio; portata massima di progetto VRd=15 kN / NRd=25 kN (ALU SH/HD-15/25).

- elementi per il montaggio provvisorio e il centraggio del cordolo, in particolare:

a. squadrette a 90° riutilizzabili (ALU CORNER),

b. squadrette a 90° riutilizzabili con dispositivo di microregolazione in altezza (ALU CORNER+),

c. dispositivo riutilizzabile per il centraggio del cordolo sui fili fissi del fabbricato (ALU LINING).

Tutti i componenti e i dispositivi dovranno essere posati in numero e posizione derivanti dal progetto strutturale dell'opera.

Tutti i componenti e i dispositivi sono standardizzati, pertanto devono essere di tipo certificato facenti parte del sistema Alufloor®. Si rimanda al Rapporto di Ricerca emesso dall'Università di Padova per dettagli in merito.

Il sistema garantisce:

- un'adeguata portata ai carichi verticali (480 kN/m di carico distribuito e 89 kN di carico concentrato su impronta 12x8 cm) ed orizzontali,

- durabilità nel tempo,

- assenza di corrosione per accoppiamento galvanico fra metalli diversi.

29.3 PANNELLI IN LEGNO A STRATI INCROCIATI

Caratteristiche dei pannelli

I pannelli in legno a strati incrociati sono composti da almeno tre strati di tavole in legno di conifera, generalmente di abete rosso, essiccate artificialmente e reciprocamente incrociate e incollate.

Le tavole che compongono il pannello appartengono alla classe di resistenza minima C24.

Le tavole, preventivamente piallate, sono giuntate mediante giunti a pettine, tipo finger joint, al fine di garantire la continuità strutturale tra le lamelle che compongono i singoli strati.

L'incollatura delle tavole è eseguita in qualità controllata E1 con colla PUR a base poliuretanica reattiva, priva di formaldeide, testata secondo la norma DIN 68141 e certificata per la fabbricazione di componenti portanti in legno e strutture speciali secondo le norme DIN 1052 e EN 301.

I pannelli sono soggetti a marcatura CE per prodotti da costruzione prevista dalla direttiva 89/106CEE e ss. mm., o qualificati secondo quanto richiesto dal § 11 del D.M. 17 gennaio 2018.

Dovranno garantire le seguenti prestazioni:

Conduttività termica λ 0,13 W/mK,

Capacità termica c_p 1600 J/(kg*K),

Resistenza alla diffusione μ da 25 a 50,

Umidità 12% (+/- 2%),

Deformazione sul piano del pannello ~0,01% per % di variazione dell'umidità del legno,

Deformazione trasversale al piano del pannello (nella direzione dello spessore) ~0,20% per % di variazione dell'umidità del legno,

Comportamento al fuoco Euroclasse D-s2,d0,

Protezione antincendio carbonizzazione: 0,67 mm/min,

Densità grezza 4,5-5 kN/mc,

Resistenza Classe d'uso 1 e 2 secondo la norma EN 1995-1-1

A seconda dell'impiego e dei requisiti statici sono disponibili pannelli a 3, 5, 7 o più strati. Si riporta nel seguito una tabella indicativa dello spessore dei pannelli e dei singoli strati che li compongono:

Strati	Spessore totale pannello (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	57	19	19	19						
3	83	33	17	33						
3	99	33	33	33						
3	113	40	33	40						
3	120	40	40	40						
5	85	17	17	17	17	17				
5	95	19	19	19	19	19				
5	100	17	17	32	17	17				
5	117	33	17	17	17	33				
5	123	33	19	19	19	33				
5	137	33	19	33	19	33				
5	158	40	19	40	19	40				
5	165	33	33	33	33	33				
5	179	33	40	33	40	33				
5	186	40	33	40	33	40				
5	200	40	40	40	40	40				
7	189	33	19	33	19	33	19	33		
7	203	33	19	33	33	33	19	33		
7	217	40	19	40	19	40	19	40		
7	231	33	33	33	33	33	33	33		
7	252	33	40	33	40	33	40	33		

ENRICO DUSI STUDIO

Strati	Spessore totale pannello (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	297	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Produzione

La produzione è divisa in 3 qualità:

- a vista, utilizzato per l'interno di abitazioni da lasciare a vista, composta da pannelli listellari incollati a barre,
- industriale, utilizzato per l'interno di fabbricati non abitativi, con superficie piallata, non carteggiata, da lasciare a vista pur presentando delle minime imperfezioni, come la presenza di fughe e lievi sbavature di colla,
- non a vista, viene intonacato o rivestito; presenta difetti del legno o irregolarità più evidenti nell'andamento delle fughe.

Il produttore dovrà avere una capacità produttiva commisurata con le esigenze di cantiere e del cronoprogramma.

Nello stesso stabilimento di produzione e incollaggio si esegue il taglio su misura dei pannelli in base al progetto esecutivo.

Il taglio e la formazione di fori, tasche e incastri avviene con un impianto a controllo numerico.

I singoli pezzi verranno etichettati con il marchio CE e il numero di identificazione univoco per poter essere riconosciuti in cantiere, caricati e spediti secondo le specifiche del piano di carico.

29.4 PANNELLI A SCAGLIE ORIENTATE (OSB)

Pannelli a scaglie orientate classificato secondo la EN 300 e conforme alla EN 12369. Ogni elemento deve essere accompagnato dalla certificazione emessa dal produttore, dotato della certificazione di idoneità all'incollaggio, contenente i riferimenti sulla fornitura, sul tipo di incollaggio e la qualità di colla usata, che deve essere omologata secondo la EN 301, che deve risultare idonea all'uso nell'ambiente di destinazione dell'elemento e superare le prove descritte da EN 391, EN 392. L'emissione di formaldeide dei collanti deve risultare inferiore ai limiti contenuti nella norma europea EN 14080. Se necessario dovrà essere previsto il trattamento prodotti ad azione protettiva e fungicida per la classe di rischio e di penetrazione previsto secondo le norme EN 335 e EN 351.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i legnami da impiegare in opere stabili dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione (D.M. 30 ottobre 1912).

Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

La Direzione potrà disporre che nelle facce di giunzione vengano interposte delle lamine di piombo o di zinco, od anche cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera di legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro in conformità alle prescrizioni che verranno date dalla Direzione.

Non si dovranno impiegare chiodi per il collegamento dei legnami senza apparecchiare prima il conveniente foro col succhiello. I legnami, prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione, se ordinata, della spalmatura di catrame o della coloritura, si dovranno congiungere in prova nei cantieri per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione.

29.5 INSTALLAZIONE DI SISTEMA DI FONDAZIONE PER EDIFICI A STRUTTURA LEGGERA IN LEGNO

Tutti i componenti e i dispositivi del sistema di fondazione per pareti in legno ALUFOOT® (Brevetto Europeo depositato da Università di Padova PTC/IB2012/056544) sono standardizzati, pertanto devono essere di tipo certificato facenti parte del sistema Alufoot®. Si rimanda al Rapporto di Ricerca emesso dall'Università di Padova per dettagli in merito.

Tutti i componenti e i dispositivi dovranno essere posati in numero e posizione derivanti dal progetto strutturale dell'opera.

Fasi di installazione del sistema, sia in tecnologia X-Lam sia platform frame:

- 1- Posa a secco dei profili in alluminio sopra la fondazione, garantendone la perfetta regolazione piano-altimetrica mediante l'uso degli appositi elementi per il montaggio provvisorio (squadrette a 90°); i profili saranno forniti già tagliati della giusta lunghezza e preforati nei punti richiesti dal progetto;
- 2- Realizzazione dei fori sulle fondazioni, livellamento in quota dei profili in alluminio, inserimento delle barre filettate con ancorante chimico;
- 3 – colatura di calcestruzzo a ritiro compensato ad intasamento dello spazio fra i profili in alluminio e la fondazione;
- 4 – Posa delle staffe sul perimetro esterno, fissate sui profili in alluminio mediante bulloni autoforanti;
- 5 – Posa dei pannelli di parete in legno, posa delle staffe sul lato interno, fissaggio delle staffe sui pannelli con chiodi ad aderenza migliorata.

29.6 INSTALLAZIONE DI PANNELLI IN LEGNO A STRATI INCROCIATI

I pannelli in legno a strati incrociati possono essere posati:

- su fondazione in c.a. con cordolo di rialzo,
- su trave radice «sacrificale» in legno (normalmente di larice) sopra la fondazione di calcestruzzo,
- su sistema di fondazione ALUFOOT® descritto all'Art. 127 .

Operazioni preliminari prima dell'arrivo degli elementi in legno:

- tracciamento a terra dell'edificio con controllo delle diagonali, del parallelismo e ortogonalità dei fili tracciati a terra. Questa operazione viene fatta con estrema cura attraverso più controlli incrociati delle misure al fine di assicurare una precisa e veloce posa in opera;
- controllo della planarità e orizzontalità della superficie d'appoggio sulla fondazione in C.A.;
- riempimento con malta espandente di eventuali avvallamenti del piano di calcestruzzo della fondazione su cui appoggiano gli elementi in legno. Tale riempimento verrà eseguito con idonea malta antiritiro in una fascia poco più larga dell'impronta della parete. Una volta

ENRICO DUSI STUDIO

asciugata, sopra alla malta, verrà posata una guaina bituminosa impermeabile per proteggere il legno dall'umidità di risalita proveniente dalla fondazione;

- formazione dei ponteggi perimetrali in modo da consentire il lavoro in sicurezza fino al primo solaio.

Successivamente si procederà con le operazioni di montaggio degli elementi in legno secondo il progetto di montaggio che indica la sequenza di posa degli elementi che tiene conto del piano di carico e del crono programma.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 30 CASSEFORME PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E DISARMO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I casseri potranno essere sia di legno sia metallici. Nel primo caso, le tavole saranno accuratamente levigate e gli spigoli ben rifilati; inoltre, prima del getto, esse verranno inumidite per asperione in modo adeguato alle condizioni climatiche ambientali. Le connessioni tra i vari elementi, qualunque sia la loro natura, dovranno essere ben curate; essi verranno perfettamente accostati specie per i getti effettuati con impasti fluidi o da vibrare, in modo che sia contenuta al minimo la fuoriuscita del legante. In caso di riempimento, dovrà essere effettuata un'accurata pulizia, asportando tutti gli eventuali residui del precedente getto e ravvivando le superfici. I casseri non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbriciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto. Nel collocare in opera, o nel realizzarvi, i casseri, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere; verificato che il posizionamento risulta corretto, si procederà quindi al bloccaggio ed ancoraggio, contrastando adeguatamente le parti che debbono sopportare le spinte maggiori durante il getto, così da evitare spostamenti. La Direzione dei Lavori potrà prescrivere o, a richiesta dell'Appaltatore autorizzare l'impiego di disarmanti. Tali prodotti dovranno tuttavia essere di uso specifico e risultare perfettamente compatibili con i getti e con le protezioni superficiali previste; per il loro uso, in nessun caso potrà essere riconosciuto all'Appaltatore un compenso, che si intende già compreso nei prezzi stabiliti per i conglomerati. I contrasti che fossero stati posti all'interno dei casseri, nella zona da riempire con il conglomerato, dovranno essere tolti a tempo debito, evitando che abbiano a rimanere inglobati nel getto.

30.1 CASSE PER CONTENIMENTO CONTROSPINTA

In caso di presenza di controspinta del calcestruzzo, dovranno essere predisposte idonee strutture di rinforzo in fase di getto e maturazione dello stesso, costituite da puntelli in acciaio, comprensivi degli elementi di fissaggio su superficie orizzontale o verticale, e elementi di ripartizione pure in acciaio o in legno.

Le puntellazioni e i relativi elementi ripartitori dovranno essere di dimensioni adeguate rispetto al volume di getto da realizzare e all'altezza dello stesso e dovranno essere poste in opera a un interasse pari a circa 1-1,5 m.

Il fissaggio dei puntelli potrà essere realizzato su piastre in acciaio, poste in orizzontale o in verticale, o su elementi in legno infissi nel terreno e opportunamente ancorati, a seconda dei casi.

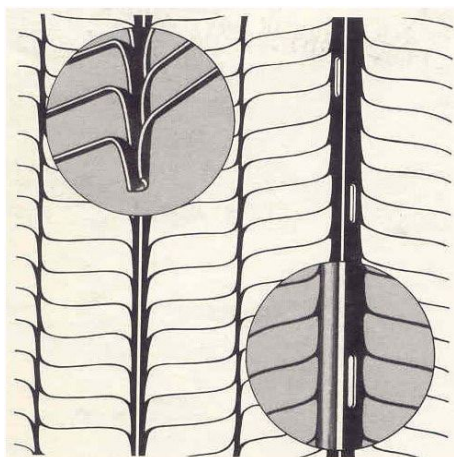
30.2 RETE FERMAGETTO TIPO NERVO-METAL® O PERNERVO-METAL®

Rete nervata e stirata ricavata dalla lavorazione di lamiera di acciaio, zincato a caldo mediante processo SENDZIMIR o mediante bagno galvanico o inox, da utilizzare come supporto per la realizzazione di intonaci (Nervo-Metal® o similare) o come cassero a perdere da porre all'interno delle casseforme per il contenimento del calcestruzzo, in caso di manufatti da gettare in 2 tempi (Pernervo-Metal® o similare).

Lo spessore dei pannelli varia da 0.3 a 0.575 mm, come riportato in tabella 1 sottostante. Lo spessore massimo è utilizzato in caso di realizzazione di grandi opere (High-Rip® o similare).

Gli spessori e di conseguenza i pesi sono dati con le tolleranze UNI 5691-67 ed UNI 5773-75.

Le nervature principali sono perforate per garantire l'aderenza migliorata evitando distacchi e possibili innesti di corrosione. Per aumentare la portanza sono nervate anche le giunzioni delle lamelle.



ENRICO DUSI STUDIO

Tabella 1

Dimensioni - Peso - Imballaggi - Immagazzinaggio

Tipo	Spessore	Peso del pannello	Misura del pannello	Imballaggio in pacchi da	Peso del pacco
Pernervometal®					
2	0,25 mm	0,25 kg	2500x600 mm.	20 pannelli = 30 m²	kg. 25
3	0,3 mm	1,65 kg	2500x600 mm.	20 pannelli = 30 m²	kg. 33
35	0,35 mm	1,80 kg	2500x600 mm.	20 pannelli = 30 m²	kg. 36
5	0,5 mm	2,90 kg	2500x600 mm.	10 pannelli = 15 m²	kg. 29
High-Rip®					
4	0,4 mm	3,03 kg	2000x445 mm.	100 pannelli = 89 m²	kg. 303
575	0,575 mm	4,36 kg	2000x445 mm	100 pannelli = 89 m²	kg. 436

È compresa la fornitura del materiale e la movimentazione, il taglio a misura, la forza motrice, la posa in presenza delle gabbie di armatura, lo sfido, la puntellazione, la fornitura e posa in opera di tutto il materiale occorrente.

Compreso infine il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta, compresa l'indennità di discarica e la pulizia finale. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte.

30.3 MATRICI PER GETTI A VISTA

Matrici poliuresinose di supporto per getti a vista in opera, realizzate con struttura a base poliuretanica sinterizzata con disegno variabile, costituite da teli morbidi di dimensioni 600xh. 3500 mm utilizzabili fino a 20 cicli di armo/disarmo, con aggancio laterale senza linee di giuntura.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori.

In particolare si richiama l'attenzione sul pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, sulle pressioni localizzate agli appoggi, sulla qualità del terreno di fondazione, in specie in periodo di sgelò.

I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato. I casseri devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni che si generano durante l'esecuzione dei lavori ed in particolare le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.

Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti non superiore al 2%.

I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.

Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscosi), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precomprese le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.

I casseri devono essere costruiti in maniera tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo.

A quest'ultimo scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiati o simili) atti a favorire la fuoriuscita dell'aria durante le operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.

Prima dell'impiego dei casseri, si deve controllare che la geometria non sia variata per cause accidentali, in particolare per effetti termici.

Prima del getto, i casseri devono essere ripuliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati, se realizzati con materiali assorbenti l'acqua. Inoltre, è consigliabile trattare i casseri con prodotti che agevolino la scasseratura. Questi prodotti non devono lasciare tracce indesiderate sulla superficie del calcestruzzo e devono permettere la ripresa dei getti e l'eventuale applicazione di ricoprimenti o rivestimenti.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi i 6 m, si disporranno opportuni apparecchi di disarmo.

Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base; dovrà assicurarsi un'efficace ripresa e continuità di getto mantenendo bagnato il getto preesistente per almeno due ore, e mediante inserimento di un sottile strato di malta cementizia all'inizio delle operazioni di getto.

Il getto dei pilastri deve avvenire con l'impiego di un tubo di guida del calcestruzzo alla superficie del getto, in ogni caso non per caduta da un'altezza superiore a 1 mt.

Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione dei Lavori.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, che utilizzerà a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori (tal prove saranno a carico dell'Impresa).

Ciò va riferito in particolare modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.

Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito alla maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

ENRICO DUSI STUDIO

30.4 CASSEFORME PER CALCESTRUZZO TIPO SCC

Per il getto di rifodera in calcestruzzo autocompattante è prevista l'installazione di cassaforme a telaio metallico zincato a caldo con manto in legno multistrato rivestito in materiale plastico, tipo Doka Framax Xlife o similare, dotate di bocche di getto con attacchi per tubo pompa da 125 mm di diametro e puntellazione posteriore (passo=90 cm) in grado di sostenere una pressione del calcestruzzo fresco fino a 40 kN/mq, tipo Doka D22 (o similare), sostenuta, ove necessario, da una mensola rampante tipo Doka D22 K o similare. La puntellazione sarà ancorata alla struttura esistente.

È compreso l'inserimento all'interno dei casseri di spezzoni di tubo in corrispondenza dei punti di ancoraggio e il successivo ripristino con malta tissotropica monocomponente tipo Mapegrout Easy Flow della MAPEI S.p.A. o similare, dopo la rimozione delle casseforme e delle barre ancoranti.

30.5 MATRICI PER GETTI A VISTA

Matrici poliuresinose di supporto per getti a vista in opera, realizzate con struttura a base poliuretanica sinterizzata con disegno variabile, costituite da teli morbidi di dimensioni 600xh. 3500 mm utilizzabili fino a 20 cicli di armo/disarmo, con aggancio laterale senza linee di giuntura.

La tipologia di matrice dovrà essere scelta dalla Direzione Lavori, previa campionatura in cantiere e realizzazione di getti di prova.

Requisiti del faccia a vista

La superficie del calcestruzzo deve risultare faccia a vista, senza imperfezioni dovute a vespai, tiranti, bolle d'acqua, evidenti giunti causati da imperfezioni nell'accostamento delle matrici.

Istruzioni per l'uso delle matrici, armo

Per la realizzazione del muro può essere utilizzata una carpenteria di uso corrente che utilizza i tiranti per contenere la spinta del calcestruzzo.

Le matrici, previa carteggiatura del dorso con carta vetrata da 40 e successiva distribuzione della colla in righe orizzontali spaziate di circa 3 cm, devono essere appoggiate dal lato della carpenteria dove interessa il disegno e tenute sulla superficie del cassero con la posa di pesi per contrastare l'aumento di volume della colla per circa 40 minuti.

Le matrici vengono accostate l'una all'altra facendole aderire per evitare la fuoriuscita del calcestruzzo.

In corrispondenza del tirante viene praticato un foro di diametro uguale a quello del distanziatore in plastica, utilizzando attrezzature normalmente sul mercato.

I distanziatori in plastica, tagliati a misura, si appoggiano alle due pareti della carpenteria per ottenere uno spessore medio del muro pari a 25 cm.

La qualità dei tiranti deve essere adeguata alla tipologia di cassaforma utilizzata e comunque sufficiente a contenere la spinta del getto.

Gli angoli vengono realizzati inserendo un elemento in legno dello spessore della matrice nell'angolo formato tra le due carpenterie.

Istruzioni per l'uso delle matrici, getto, disarmo

L'impasto del calcestruzzo deve mantenere il rapporto acqua/cemento previsto anche dopo l'eventuale trasporto con autobetoniera dal luogo di produzione al luogo del getto.

Il getto viene eseguito dal fondo della cassetta e fatto risalire man mano al crescere del livello. Il vibratore va inserito verticalmente ad intervalli di circa 10 volte il diametro dell'ago, la durata della vibrazione è di circa 10 secondi. L'estrazione del vibratore deve essere lenta per consentire al calcestruzzo di riempire il vuoto.

Il fissaggio delle matrici al pannellone avviene, oltre che con i distanziatori in uso, tramite apposito collante monocomponente a base poliuretanica. La tipologia del calcestruzzo consigliato è classe S4 possibilmente superfluidificato per una migliore definizione del disegno.

Distaccante

E' necessario utilizzare il distaccante studiato appositamente per il disarmo delle matrici poliuretaniche, in ragione di 100 g/mq.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Casseforme, armature di sostegno centinature saranno compensati a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi. I relativi prezzi comprendono e compensano tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, ecc...

CASSEFORME

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

ARMATURE

Le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice cd armato, normale, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a m 4,00 misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono comprese e compensate nei prezzi di elenco relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a m 4,00 saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni dell'elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al Piano d'imposta lungo il mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine di archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa, superi l'altezza di m 10, si determinerà l'incremento di prezzo delle armature applicando la maggiorazione in percentuale per altezze medie delle armature superiori ai m 10, tante volte quante sono le zone di m 5 eccedenti i primi 10 metri.

Saranno compensate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle di opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi i prezzi da applicare saranno quelli corrispondenti a luci convenzionali uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata

ENRICO DUSI STUDIO

lungo il suo asse mediano, tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto prezzo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente al asse mediano dello sbalzo.

CENTINATURE

Le centinature per archi o volte, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseforme per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso delle centine, fino a m 4,00 di luce retta, sono comprese e compensare nei prezzi dei conglomerati cementizi.

Le centinature per luci rette superiori a m 4.00, misurate in proiezione orizzontale fra i vivi di pile o spalle, per la effettiva lunghezza degli archi o volti, saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni dell'elenco prezzi.

Le centinature, costruite anche a sbalzo, per il sostegno di casseforme per volte di gallerie artificiali in conglomerato cementizio semplice od armato, saranno misurate in proiezione orizzontale, in larghezza fra i vivi dei piatti all'imposta dell'arco ed in lunghezza secondo la effettiva lunghezza dell'arco e saranno computate per classi di luci secondo le indicazioni dell'elenco prezzi.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 31 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI

Per tutti i conglomerati, la norma di riferimento è la EN 206-1 a cui va associata la UNI 11104 relativamente alle istruzioni complementari per la sua applicazione. Nella UNI 11104, si trovano: le specificazioni, le prestazioni, i criteri per la produzione e le classi di esposizione.

Le opere di cemento armato normale e precompresso incluse nell'opera appaltata saranno eseguite in base ai disegni che compongono il progetto ed alle norme che verranno impartite.

La Direzione Lavori provvederà a fornire all'Impresa il progetto completo dei calcoli statici delle opere d'arte di maggiore importanza incluse nell'appalto. L'Impresa dovrà però provvedere alla verifica di detti calcoli; essa dovrà prima dell'inizio dei relativi lavori e provviste, prendere conoscenza del progetto e controllare i calcoli statici a mezzo di ingegneri di sua fiducia (qualora l'Appaltatore stesso non rivesta tale qualità), dichiarare quindi per iscritto di avere effettuato tali operazioni, di concordare nei risultati finali, di riconoscere il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera. Le eventuali osservazioni dovranno essere formulate per iscritto alla Direzione dei Lavori entro trenta giorni dalla firma del contratto soltanto qualora si ravvisi la mancanza dei dovuti coefficienti di sicurezza od inosservanza delle prescrizioni regolamentari vigenti o discordanze tra i vari elaborati progettuali.

Qualsiasi altra osservazione non verrà presa in considerazione e l'eventuale ritardo non può dare diritto a proroghe per la ultimazione dei lavori entro il termine contrattuale. Tutti gli elaborati strutturali forniti dalla Direzione Lavori dovranno essere presentati con eventuali osservazioni a mezzo lettera raccomandata con ricevuta di ritorno entro quaranta giorni dalla firma del contratto.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i disegni esecutivi con i calcoli statici di tutte le opere provvisorie quali centine ed armature di sostegno che la Direzione Lavori potrà accettare oppure richiedere motivate modifiche degli stessi entro e non oltre quarantacinque giorni dalla firma del contratto.

L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori dei calcoli statici delle opere provvisorie e delle armature di sostegno, ecc. non esonererà in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere e, di conseguenza, essa dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. Dal Giornale dei Lavori del cantiere dovranno risultare tutte le approvazioni degli elaborati di progetto e di calcolo delle strutture, centine, puntellazioni, tutti gli ordini relativi all'esecuzione dei getti e disarmo, nonché le date di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa sarà tenuta a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L.:

- i disegni delle armature sviluppati con tutte le misure ed i raggi dei mandrini che verranno usati per le lavorazioni delle barre di armatura
- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità, corredati dei certificati di origine se previsti per legge;
- lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua-cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intenda eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi;
- il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi forniti dalla Direzione Lavori saranno indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi agli orizzontamenti sarà inoltre riportata per esteso l'analisi dei carichi, tale analisi può essere riportata anche solamente nella relazione di calcolo strutturale.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**31.1 ACQUA**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche od oleose o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate, con pH compreso tra 6 e 8. In particolare, risponderà ai requisiti della norma UNI EN 1008:2003.

31.2 LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595 e al D.M. 14 gennaio 1966, parzialmente modificato dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 31 agosto 1972.

I materiali saranno al momento dell'uso sempre in perfette condizioni e stato di conservazione ed il loro uso nella preparazione delle malte e conglomerati avverrà con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

31.2.a Calce

Le calce da costruzione corrisponderanno alle caratteristiche indicate dalle norme UNI EN 459-1:2015, UNI EN 459-2:2010 e UNI EN 459-3:2015.

Le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26 Maggio 1965, n. 595 e al D.M. 14 Gennaio 1966, parzialmente modificato dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 31 agosto 1972, e s.m.i. che detta le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici ed alle norme e prescrizioni contenute nel presente capitolato.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non essere bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi, ed infine dovrà essere di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta solida a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non ben decarburate, silicose od altrimenti inerti.

La calce grassa sarà di buona qualità, se mescolata con l'acqua raggiungerà rapidamente lo spegnimento con forte sviluppo di calore, aumentando il volume fino al triplo.

Il trasporto in cantiere dovrà essere effettuato al riparo della pioggia e dell'umidità: sarà rifiutata la calce ridotta in polvere o sfiorita.

ENRICO DUSI STUDIO

L'appaltatore dovrà approvvigionare la calce in zolle a seconda delle necessità ed in attesa dello spegnimento dovrà provvedere alla conservazione della calce in luoghi asciutti.

La calce idrata in polvere dovrà essere fornita in imballaggi di carta recanti le indicazioni dello stabilimento di provenienza ed il peso del prodotto, nonché la specificazione se trattasi di fior di calce o calce idrata da costruzione.

La calce idrata in polvere dovrà essere trasportata e conservata in cantiere con le cautele appresso indicate per la calce idraulica.

L'uso della calce idrata in polvere dovrà essere preventivamente autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori, che indicherà di volta in volta, le proporzioni tra la calce e la sabbia e pozzolane.

La calce idraulica naturale in polvere dovrà essere fornita in sacchi con imballaggio originale del peso di 50 Kg, con tutte le modalità di cui all'art. 3 della legge 26 Maggio 1965, n. 595. I sacchi dovranno essere sempre, sia all'atto della fornitura che al momento dell'impiego del materiale, in perfetto stato di conservazione; sarà rifiutata e fatta allontanare subito dal cantiere la calce idraulica contenuta in sacchi comunque manomessi oppure che presentassero grumi.

La calce idraulica in polvere dovrà essere trasportata in cantiere al riparo dalla pioggia e dall'umidità; dovrà essere conservata in magazzini coperti o su tavolati in legno così come successivamente prescritto per i cementi.

31.2.b Cemento

Il cemento impiegato per il confezionamento dei conglomerati cementizi sarà di tipo Portland, conforme alle seguenti norme:

UNI EN 197-1:2011 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

UNI EN 197-2:2014 Cemento - Valutazione della conformità.

I cementi dovranno inoltre corrispondere ai requisiti di accettazione e le modalità di prova di cui al D.M. 3 giugno 1968, al D.M. 20 Novembre 1984 e alle rettifiche del D.M. 31 gennaio 1985.

I cementi in sacchi dovranno essere approvvigionati in cantiere, a disposizione della Direzione dei Lavori per preventivo esame, con ragionevole lasso di tempo, e dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria.

Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, il cantiere dovrà essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

La fornitura del cemento dovrà essere comunque effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art. 3 della legge 26 Maggio 1965, n. 595.

I sacchi dovranno essere mantenuti intatti con piombi e sigillatura fino all'impiego del materiale: il cemento in sacchi manomessi od alterato sarà respinto e fatto allontanare dal cantiere.

L'immissione in cantiere di cemento sciolto dovrà risultare dal giornale dei lavori: la qualità dovrà essere accertata mediante prelievo di campioni come stabilito dall'art. 4 della legge sopra citata.

Indipendentemente dalle indicazioni che accompagnano la fornitura del cemento, la Direzione dei Lavori farà eseguire a spese dell'Impresa le prove prescritte.

L'Impresa non potrà mai accampare pretese e compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavoro che si rendessero necessari per attendere i risultati ufficiali degli accertamenti sull'idoneità dei cementi.

L'aggiunta ai cementi di materiali per accelerare o ritardare la presa dei conglomerati, o per ritardarne o accelerarne l'indurimento, oppure per migliorare la lavorabilità, l'impermeabilità, la resistenza al gelo o altro, potrà essere eseguita solo su ordine scritto della Direzione dei Lavori.

Nell'uso degli additivi si dovrà comunque tenere presente che la misura consentita dagli additivi stessi dovrà essere tale da non perturbare le altre qualità richieste per il conglomerato o presentare un pericolo per le armature.

Per l'impiego dei cementi bianchi sono previsti due tipi: con resistenza non inferiore a 900 Kg/cm² dopo 28 giorni, con resistenza non inferiore a 600 kg /cm² dopo 28 giorni.

I valori della resistenza dovranno essere garantiti in conformità delle vigenti norme per il controllo dei leganti idraulici in precedenza citate.

Per quanto applicabili per i cementi bianchi valgono le norme, le disposizioni e le prescrizioni dettate per i cementi normalizzati di cui ai precedenti capoversi del presente articolo.

31.2.c Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, scevro di materie eterogenee, senza parti alterate per estinzione spontanea.

La finezza di macinazione dovrà essere tale che il gesso sia passante totalmente al setaccio 0,8 UNI 2332 e l'acqua di idratazione dovrà essere contenuta tra il 5 ed il 7,5%.

Impastata un certa quantità di gesso con uguale volume d'acqua, la presa dovrà avvenire in non più di 30 minuti.

Il gesso dovrà essere immesso in cantiere confezionato in sacchi integri, del peso di 50 Kg, con indicazione del nominativo della ditta produttrice e della qualità del materiale.

Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti ed assolutamente riparati dall'umidità.

31.2.d Bentonite

La bentonite può essere utilizzata sia nelle perforazioni sia come additivo per miscele cementizie plastiche.

Caratteristiche e limiti di accettabilità della bentonite in polvere:

- Residuo al vaglio da 10.000 maglie/cm² <= 1%
- Tenore di umidità >= 15%
- Limite di liquidità >= 400%
- Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata >= 40°
- Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore <= 2%
- Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30' a 7 bar <= 18 cc
- pH dell'acqua filtrata 7 <= pH <= 9
- Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa <= 2.5 mm

31.3 GHIAIA - PIETRISCO - SABBIA

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di conformità considerate nelle seguenti norme:

UNI 8520-1:2015 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte1: Designazione e criteri di conformità.

UNI 8520-2:2016 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 -Requisiti.

ENRICO DUSI STUDIO

UNI EN 12620:2008	Aggregati per calcestruzzo.
UNI EN 13139:2003	Aggregati per malta.
UNI EN 13043:2004	Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.
UNI EN 13242:2008	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

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

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto di materie organiche verrà definita con i criteri indicati nella UNI EN 197/1- parte 1^ "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni", recepita con D.M. del 13/09/93 pubblicato sulla G.U. n. 223 del 22/09/93.

La norma UNI 8520 Parte 2a stabilisce i limiti per l'accettazione degli inerti, mentre le norme UNI 8520 Parte 4a - 22a illustrano i metodi di prova per la determinazione di questi limiti.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi.

L'impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria di ogni lavoro.

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

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie, questi dovranno essere da mm 40 a mm 71 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I. n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno;

da mm 40 a mm 60 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 60 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti, di getti di un certo spessore;

da mm 25 a mm 40 (trattenuti dal crivello 25 U.N.I. e passanti da quello 40 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti o di getti di limitato spessore.

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

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

Sono escluse le rocce marmose.

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

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

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

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

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

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

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

31.4 INERTI LEGGERI - POMICE - ARGILLA ESPANSA – POLISTIROLO ESPANSO

La pomice ed i lapilli vulcanici dovranno presentare struttura granulare a cavità chiuse, con superfici scabre. Il materiale dovrà avere un peso specifico apparente medio di 660 Kg/mc, di granulometria appropriata, asciutto, scevro da sostanze organiche, da polvere o da altri elementi estranei.

La perlite sarà costituita da lava vulcanica espansa in granuli, con granulometria da 0.1 a 2.3 mm e massa volumica da 90 a 130 Kg/m3. La perlite sarà imputrescibile ed ininfiammabile, ed avrà un coefficiente di conducibilità termica, a temperatura ambiente, di circa 0,04 Kcal/mh°C.

L'inerte leggero di argilla espansa dovrà essere formato da granuli di varia dimensione, aventi una struttura interna clinkerizzata e una dura e resistente scorza esterna. Ogni granulo dovrà avere una forma rotondeggiante ed essere scevro da materie attive organiche o combustibili e non dovrà essere attaccabile da acidi od alcali concentrati.

Il polistirolo espanso dovrà presentarsi in forma di granuli d'aspetto vetroso (perle), di varia granulometria (0,3-2,8 mm), con densità compresa tra 0,02 e 0,06 g/cm3. Ogni granulo dovrà avere una forma rotondeggiante ed essere scevro da materie attive organiche o combustibili e dovrà essere resistente agli alcali.

ENRICO DUSI STUDIO

Le granulometrie apparterranno alle seguenti classi:

- fine (0.5-3 mm),
- medio fine (3-8 mm),
- media (8-15 mm),
- grossa (15-20 mm).

Il materiale sfuso dovrà avere una conduttività termica di circa 0,08 kCal/Hmc, un peso specifico apparente inferiore a 420 Kg/m3 e galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

31.5 ADDITIVI

Gli additivi eventualmente impiegati negli impasti devono appartenere ai tipi definiti e classificati dalle Norme Unicemento e rispondere alle relative prove d'idoneità. Non è opportuno l'impiego di più additivi, a meno che tale possibilità non venga espressamente indicata dalla casa produttrice.

La quantità di additivo aggiunta agli impasti cementizi non dovrà, di regola, superare il 2% rispetto al peso del legante, salvo diversa prescrizione della casa produttrice.

Con riferimento ai getti in cemento armato, l'aggiunta di additivi a base di cloruri è consentita soltanto in proporzione tale che il contenuto globale di cloruro - tenuto perciò conto di quello presente nell'acqua d'impasto, negli inerti e nel legante stesso - espresso in CL2 non superi lo 0,25% del peso del cemento.

Quantitativi maggiori, comunque mai superiori all'1% del peso di cemento, dovranno essere esplicitamente autorizzati dal Direttore dei Lavori. Pertanto le case produttrici devono specificare il contenuto in cloro degli additivi.

Per la conservazione ed il periodo di utilizzazione degli additivi devono essere osservate le prescrizioni indicate dal produttore.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nelle nuove norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. In particolare:

- a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.
Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.
Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
- b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.
Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:
 - saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
 - manicotto filettato;
 - sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.
- c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018. Per barre di acciaio inossidato a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.
- d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 cm per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferrati maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).
Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.
Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.
- e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

31.6 RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contraddittorio con l'Impresa, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti.

Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Tutti i campioni verranno prelevati in duplice esemplare.

Con i provini della prima serie verranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria. I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.

Per il lavoro in oggetto saranno prelevati almeno n° 2 cubetti per ciascuna betoniera indipendentemente dalla capacità della stessa. Nel caso il calcestruzzo fosse confezionato in cantiere si preleveranno n° 2 cubetti ogni 5 mc.

ENRICO DUSI STUDIO

Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa. Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, il D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza suddetta è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori a suo insindacabile giudizio il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.

Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di provvedimenti che, garantiscono la staticità delle strutture.

Tali provvedimenti dovranno in ogni caso essere approvati dall'Ente Appaltante.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione dei Lavori.

31.7 CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

Il dosaggio e la confezione del conglomerato cementizio avverranno con centrali meccanizzate.

Gli strumenti destinati al dosaggio dei diversi componenti delle miscele e formanti parti integranti delle centrali di betonaggio dovranno corrispondere alle norme di cui al D.M. 5 settembre 1969 pubblicati sulla G.U. del 27 settembre 1969, e seguenti.

In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti.

Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%. Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo. Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza, regolazione ed arresto completo del flusso del materiale in arrivo.

Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta ogni tre mesi.

Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la precisione del 2%. Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tener conto dell'umidità degli inerti.

In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua-cemento precalcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.

Potranno essere usati additivi previo consenso della Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Impresa che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.

Il trasporto del conglomerato a piè d'opera avverrà con mezzi atti ad evitare la separazione per gravità dei singoli elementi costituenti l'impasto.

Le tramogge delle bilance del cemento devono essere protette dagli agenti atmosferici per evitarne le incrostazioni di legante con conseguenti variazioni della tara.

Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti.

Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto.

Esse dovranno essere conservate prive di incrostazioni apprezzabili. L'usura massima tollerabile per le pale è del 10%, in altezza di lama, misurata nel punto di maggior diametro del tamburo.

La Direzione dei Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.

Nel caso di impiego di autobetoniere la durata della mescolazione deve corrispondere a 50 giri del contenitore, alla velocità di mescolazione dichiarata dalla casa costruttrice. Tale mescolazione va effettuata direttamente in centrale prima di iniziare il trasporto, ad automezzo fermo.

Le autobetoniere devono essere dotate di un dispositivo di misura del volume d'acqua, eventualmente aggiunto, con la precisione del 5% e di un dispositivo che rilevi la coppia di rotazione del tamburo. In ogni caso l'impasto deve risultare omogeneo e lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o alla superficie dei manufatti).

31.8 POSA IN OPERA

I getti possono essere iniziati solo dopo che la Direzione dei Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme e le armature metalliche e pre-stabilite le posizioni e le norme per l'esecuzione delle riprese di getto.

La messa in opera del conglomerato deve avvenire in maniera tale che il calcestruzzo conservi la sua uniformità, evitando la segregazione dei componenti, curando che non vengano inclusi strati di polvere o rifiuti di qualsiasi natura e che il calcestruzzo non venga a contatto con elementi capaci di assorbire acqua senza che questi siano stati adeguatamente bagnati dal getto. È essenziale poi che il getto sia costipato in misura tale che si realizzi la compattezza del calcestruzzo, il riempimento dei casseri e l'avvolgimento delle armature metalliche.

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio delle pressa, stendendolo in strati orizzontali.

Si devono evitare operazioni di getto per caduta libera, per altezze che possano provocare la segregazione dei componenti impiegando invece canalette a superficie liscia e tubi getto.

Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con aggiunta di acqua, e si deve altresì evitare ogni perdita della parte più fluida. Il conglomerato sarà messo in opera a strati di spessore non maggiore di 15 cm qualora costipato a mano, e fino a 50 cm con l'impiego di adatti vibratori. La costipazione a mano è da impiegare solo eccezionalmente e per giustificati motivi.

È raccomandabile la vibrazione superficiale per le solette di spessore inferiore a 20 cm, e per la finitura di tutte le superfici superiori dei getti. Ove vengano applicati i vibratori ai casseri si devono rinforzare opportunamente le casseforme stesse.

Dovrà essere assolutamente evitata la segregazione dei componenti del conglomerato; per questo esso dovrà essere sufficientemente consistente, e si dovrà evitare anche un'applicazione troppo prolungata delle vibrazioni.

I vibratori ad immersione devono essere immersi nel getto e ritirati evitando la formazione di disuniformità nel getto.

ENRICO DUSI STUDIO

Lo spessore dello strato sottoposto a vibrazione e la distanza reciproca dei punti di immersione devono essere scelti in funzione della potenza del vibratore.

Il raggio d'azione rilevato sperimentalmente caso per caso, deve venire indicato nel Giornale dei Lavori.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, devono risultare lisce e piane, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature o irregolarità così da non richiedere alcun tipo di intonaco, nè spianamenti o rinzaffi.

Le casseforme devono essere preferibilmente metalliche, oppure di legno rivestite di lamiera: possono essere tuttavia consentite casseforme di legno non rivestito, purché il tavolame e le relative fasciature e puntellazioni siano tali da poter ottenere i risultati suddetti.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere possibilmente previste in fase di progetto e conformate in modo che le superfici di interruzione risultino all'incirca perpendicolari alle isostatiche di compressione; in ogni caso dovranno essere decise ed eseguite sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori, con tutti gli accorgimenti atti ad assicurare la realizzazione della monoliticità delle strutture.

Tra le successive riprese di getto, non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta dosata a 6 q/l di cemento per ogni mc di sabbia senza che ciò dia adito e richieste di oneri supplementari.

A posa ultimata deve essere curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi; il sistema proposto all'uopo dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni modo il calcestruzzo ed i casseri dovranno essere mantenuti umidi e protetti dall'isolamento diretto per almeno 10 giorni.

Comunque, si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i 35° C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore a 75° C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che la variazione di temperatura non deve superare i 20° /h.

Durante il periodo di stagionatura i getti devono essere riparati dalla possibilità di urti.

L'impiego della stagionatura a vapore deve essere approvato dalla Direzione dei Lavori sulla base di proposte tecniche presentate dall'Impresa senza che essa possa richiedere compenso alcuno.

Nel caso di getto contro terra il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua d'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

Si consiglia un'opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie e pozzi, gunite per muri di sostegno). I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi e/o indicate nel progetto esecutivo.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere che le strutture di calcestruzzo cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi o di altri materiali da costruzione (quali quelli termoisolanti); in tal caso i getti devono procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento del rivestimento.

31.9 GETTI A BASSA TEMPERATURA

Per i getti invernali in genere dovranno essere osservate le Raccomandazioni "pour le bétonnage en hiver" stabilite dal sottocomitato della tecnologia del calcestruzzo del RILEM.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a 2° C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i 5° C. al momento stesso del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento, finché almeno il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza cubica di 50 kg/cm².

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi ad indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto. Qualora venga impiegata acqua calda per l'impasto, questa non dovrà superare la temperatura di 60° C.

Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà in contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio, ed eventualmente preriscaldate ad una temperatura prossima a quella del getto.

31.10 GETTI DI ACQUA

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento.

I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia, possa essere eliminata con scalpellatura. Pertanto al momento del getto, il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine.

Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.

Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

31.11 CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto alle caratteristiche generali qui prescritte per i calcestruzzi, e inoltre qualora non in contrasto in quelle alle Norme UNI EN 206-1.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme sia per i materiali (inerti e leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

L'Impresa inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale del Committente, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i rilievi ed i controlli dei materiali previsti nei paragrafi precedenti.

31.12 GETTI DI CALCESTRUZZO DA DILAVARE SUPERFICIALMENTE

Per i calcestruzzi che dovranno essere lasciati a vista, dopo essere stati dilavati dalla boiacca di cemento superficiale, si dovrà adottare una granulometria altamente selezionata, che non rispetta la curva granulometrica teorica di Fuller. In particolare si dovrà utilizzare una bassa percentuale di inerte fine (sabbia), mentre dovrà contenere una maggior percentuale di ghiaia a granulometria costante. Il diametro della

ENRICO DUSI STUDIO

ghiaia, il colore degli inerti e gli eventuali additivi cromatici aggiunti all'impasto saranno quelli necessari per ottenere l'effetto estetico previsto.

L'impasto dovrà avere poca fluidità, e quindi un contenuto in acqua mai superiore a 180 l/mc di impasto. Eventualmente si farà utilizzo di idonei additivi superfluidificanti per ottenere la necessaria lavorabilità dell'impasto.

E' facoltà del direttore lavori richiedere l'esecuzione di campioni di getto di estensione ridotta, per ogni diversa tessitura superficiale, per valutare l'effetto estetico finale raggiungibile. Tali getti di prova non verranno compensati e la loro esecuzione è a totale carico dell'appaltatore. I campioni approvati, siglati dalla D.L. dovranno essere conservati a cura e spese dell'appaltatore, a garanzia dell'uniformità fra campioni di prova e lavoro definitivo.

Il getto sarà realizzato per strati di altezza variabile da 16 a 45 cm. Asciugato lo stato inferiore, il giorno seguente si scasserà e si procede a gettare lo strato successivo. La superficie del conglomerato apparirà con presenza di nidi di ghiaia, vista l'assenza della vibrazione. Prima dell'indurimento completo della pasta di cemento si provvederà al dilavamento della boiacca superficiale mediante getto d'acqua in pressione seguendo le fasce di diverso cromatismo. In tale fase si curerà di non rovinare o sporcare gli strati già precedentemente realizzati o quelli superiori in fase di indurimento. Si dovrà anche avere cura di creare dei canali per terra di scolo delle acque e la formazione di una fossa per la decantazione della boiacca di cemento dilavata.

Dopo la scasseratura si dovrà provvedere a mantenere adeguatamente protetto dall'insolazione diretta e bagnato il getto di calcestruzzo al fine di evitare la formazione di fessurazioni da ritiro.

31.13 CONTROLLI E COLLAUDO

I controlli sui conglomerati cementizi saranno effettuati secondo le direttive imposte dal punto 11.2.2 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le operazioni di collaudo comprendono il controllo del grado di sicurezza inserito nelle operazioni di progetto, da effettuare con verifiche delle ipotesi, della corrispondenza con i dati del progetto, l'esecuzione delle prove di carico e ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le opere non possono essere poste in servizio prima che siano state assoggettate a prove di carico, qualora la Direzione Lavori o il Collaudatore lo ritenga necessario. Le prove di carico non possono avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista. Il loro programma dovrà essere sottoposto al Direttore dei Lavori ed al progettista, e notificato al Costruttore.

Le prove di carico si svolgeranno con le modalità indicate dal Collaudatore, e con gli appostamenti e le norme di sicurezza decise dal Direttore dei Lavori che assumerà la responsabilità delle operazioni.

I carichi di prova saranno di regola quelli di progetto e la durata di applicazione degli stessi non sarà inferiore a 24 ore salvo diversa disposizione impartita dalla Committente o dal D.L. o dal Collaudatore.

Di ogni prova di carico sarà redatto un certificato che sarà sottoscritto dal Collaudatore, dal Direttore dei Lavori e dal Costruttore.

Il Collaudatore ai sensi delle vigenti disposizioni sarà nominato dalla Committente all'atto della presentazione della denuncia al Genio Civile. La lettura degli apparecchi di misura, sia sotto carico che allo scarico, sarà proseguita fino a valore praticamente costante (salvo l'influenza degli effetti termici).

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotte lesioni o dissesti che compromettano la sicurezza e la conservazione dell'opera;
- la freccia permanente dopo la prima applicazione del carico massimo non superi 1/4 di quella totale, ovvero, nel caso che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura è in grado di raggiungere un buon comportamento elastico.

L'onere di tutte le prove suddette è a totale carico dell'Impresa. Sono escluse le prove su prototipi.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le murature in genere ed i conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, verranno valutati a volume con metodi geometrici, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere pagati con altri prezzi di elenco. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro di armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a m³ 0,20 ciascuno intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture di impalcato alleggerita con vuoti saranno contabilizzate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti, e le casseforme in qualsiasi modo realizzate, saranno compensate con i relativi prezzi di elenco applicati all'intera superficie bagnata.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (pietrame, laterizi, aggregati, leganti, acqua, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.);
- mano d'opera ponteggi ed impalcature, attrezzature e macchinari per la confezione la posa in opera, l'eventuale esaurimento dell'acqua, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, il getto, la vibrazione, l'onere delle prove e dei controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi nei prezzi:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta fino a m 4,00;
- gli acciai di armatura.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, il relativo onere, compreso quella di eventuali casseforme, si intende compreso nel prezzo di elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 32 ACCIAIO PER C.A.**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione all'Art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Le reti in acciaio elettrosaldate dovranno avere fili elementari compresi fra 4 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate al punto 11.3.2.5 delle nuove norme tecniche delle costruzioni. Le reti di acciaio, siano ad annodatura semplice con maglia romboidale o quadrata, siano a tripla torsione con maglia esagonale, dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. 17 gennaio 2018.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 tonnellate max; ogni partita minore di 25 tonnellate deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per gli acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 tonnellate, spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze. Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza fra i due.

E' tassativamente vietato piegare a caldo le barre.

La sovrapposizione delle barre sarà effettuata secondo il D.M. 17 gennaio 2018 precisando il sistema che si intende adottare. Il copriferro e l'interferro dovranno essere secondo il D.M. sopra citato.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Oltre alla legislazione italiana in vigore, e in quanto non meno restrittive, dovranno osservarsi come obblighi, le raccomandazioni del Comité Européen du Béton (Raccomandazioni internazionali per il calcolo e l'esecuzione delle opere di cemento armato normale e precompresso, edizione 1972 o eventuale nuova edizione più recente).

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore e inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati, sempre a spese dell'Appaltatore.

La Direzione dei Lavori darà il benestare per la posa in opera di ciascuna partita 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 è indicato nelle norme regolamentari.

Tutte le forniture di barre ad aderenza migliorata di acciai di tipo B450C dovranno essere controllate in stabilimento; esse saranno accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e marchiate secondo quanto prescritto nel D.M. 17 gennaio 2018. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi da quella di spedizione. Tale certificato deve essere allegato, in originale o in copia conforme alla bolla di spedizione della singola spedizione.

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono riferirsi ai gruppi di diametri contemplati nel controllo statistico (f5-f10 mm, f12-f18 mm, oltre f18 mm), in ragione di tre spezzoni (l=1.00 m), marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna partita prescelta. E' facoltà della Direzione dei Lavori di estendere il controllo a tutti i diametri della partita. I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore e inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati, sempre a spese dell'Appaltatore.

Le armature metalliche dovranno essere fissate nella posizione progettata con legature di filo di ferro agli incroci di tutte le barre e distanziatori che garantiscono la conservazione degli intervalli fra gli strati di barre e le loro distanze dai casseri. Gli oneri derivanti da quanto summenzionato sono a completo carico dell'Appaltatore.

Le legature saranno sempre doppie a fili incrociati e fortemente ritorti per la messa in tensione; non è quindi ammessa la legatura con un semplice filo posto in diagonale abbracciante i due tondi con un solo anello.

Il distanziamento degli strati di barre sovrapposte sarà ottenuto con spezzoni di tondino di diametro opportuno. Anche detti distanziatori dovranno essere legati con le barre.

L'immobilità delle armature durante il getto deve essere garantita nel modo più assoluto. La Direzione dei Lavori procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare spostamenti o anche solo possibilità di spostamenti rilevanti degli elementi di armatura metallica.

Le barre sporche,unte o notevolmente arrugginite, devono essere accuratamente pulite prima della collocazione in opera; non debbono essere piegate a caldo.

Le barre sollecitate a trazione saranno ancorate in zona compressa o almeno allontanate dal lembo teso presso cui eventualmente dovessero correre.

Fra gli elementi prevalentemente tesi non è ammissibile la giunzione per sovrapposizione, come pure nelle pareti dei serbatoi.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi verrà computata in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale. Il peso degli acciai verrà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nella norma  ENV 10080:2005.

ENRICO DUSI STUDIO

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione verrà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 33 ANCORAGGI PER CALCESTRUZZO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****33.1 VITI PER CALCESTRUZZO**

Viti per calcestruzzo per ancoraggi, per categorie di prestazione sismica C1 e C2, del diametro e dimensioni previsti in progetto, tipo ULTRACUT FBS II 8-14 della Fischer o equivalenti.

33.2 TASSELLI MECCANICI

Ancoranti a espansione per calcestruzzo per ancoraggi di carpenteria metallica, certificate per azioni sismiche, con barre filettate classe 10.9, del diametro previsto in progetto, tipo Fischer FAZ II o equivalenti.

33.3 TASSELLI A CALZA PER ANCORANTI CHIMICI

In caso di applicazione su materiali forati utilizzare dei tasselli per ancoranti chimici tipo FIS HN a calza o FIS HK a rete o similari, che consentano di centrare la barra e dosare la resina.

33.4 BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA

Barre a sezione circolare in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro ad aderenza migliorata costituita da una sagomatura elicoidale a rilievo senza l'ausilio di lavorazioni meccaniche che comportino asportazione di materiale con conseguente taglio delle fibre di rinforzo, utilizzate principalmente per la realizzazione di gabbie di armatura o come chiodi o tiranti (attivi e passivi).

33.4.a Caratteristiche geometriche e meccaniche

Caratteristiche chimico-fisiche	Norma di riferimento	Unità di misura	Valore medio
Peso specifico	ASTM D 792/UNI 7092	g/cm ³	1,9
Contenuto sostanze inorganiche	ISO 1172	%	68
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570/ISO 62	%	0,40
Resistenza all'urto (Charpy)	ASTM D 256/U N I 6062	KJ/m ²	250
Proprietà meccaniche a trazione ⁽¹⁾	ASTM D 638/UNI 5819		
a. modulo elastico	"	MPa	35.000
b. resistenza	"	MPa	900
c. allungamento a rottura	"	%	1,3
Proprietà meccaniche a flessione ⁽¹⁾	ASTM D 790/UNI 7219		
a. modulo elastico	"	MPa	32.000
b. resistenza	"	MPa	900
Proprietà meccaniche a compressione ⁽¹⁾ secondo la direzione delle fibre	ASTM D 695/UNI 4279		
a. modulo elastico	"	MPa	20.000
b. resistenza	"	MPa	220
Coefficiente di dilatazione termica ⁽¹⁾	ASTM D 696/UNI 6061	1/°C	7,5 · 10 ⁻⁶
Conducibilità termica	UNI 7891	kcal/m h °C	0,25

⁽¹⁾ I valori riportati in tabella sono riferiti a prove effettuate secondo la direzione delle fibre.

- Tolleranza sui valori riportati in tabella ± 10%.

33.4.b Prove

Le prove devono essere eseguite secondo il documento CNR DT203/2006 " Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato".

33.5 RESINE

Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido/liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti. L'utilizzo di detti materiali, la provenienza e la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

In presenza di manufatti di particolare valore storico/artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza

ENRICO DUSI STUDIO

di analisi di laboratori, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.

Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base al loro impiego saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

33.6 RESINE EPOSSIDICHE

Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epicloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (UNI 7097-72). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM. Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+20 C) sono le seguenti:

33.6.a Formulati per impregnazione:

Punto di infiammabilità	90° C
Ritiro	0,10%
Viscosità (a+b) mPa.s.	150
Pot life (minuti)	60
Assorbimento	2%
Punto Martens	35° C
Resistenza a trazione (MPa)	50
Resistenza a flessione (MPa)	50
Resistenza a compressione (MPa)	70
Modulo elastico a fless. (MPa)	1000

33.6.b Formulati per iniezione:

per lesioni inferiori a mm 1,5:	
Punto di infiammabilità	90° C
Ritiro	12%
Viscosità (a+b) mPa.s.	150-400
Pot life (minuti)	30
Assorbimento	2%
Punto Martens	50° C
Resistenza a trazione (MPa)	30
Resistenza a flessione (MPa)	50
Resistenza a compressione (MPa)	70
Modulo elastico a fless. (MPa)	1000-3000

per lesioni superiori a mm 1,5:	
Punto di infiammabilità	90° C
Ritiro	12%
Viscosità (a+b) mPa.s.	3500-4000
Pot life (minuti)	30
Assorbimento	2%
Punto Martens	50° C
Resistenza a trazione (MPa)	50
Resistenza a flessione (MPa)	50
Resistenza a compressione (MPa)	70
Modulo elastico a fless. (MPa)	3000

33.6.c Formulati per betoncini:

Punto di infiammabilità	90° C
Ritiro	0,10%
Viscosità (a+b) mPa.s.	7000
Pot life (minuti)	60
Assorbimento	2%
Punto Martens	35° C
Resistenza a trazione (MPa)	30
Resistenza a flessione (MPa)	30
Resistenza a compressione (MPa)	90
Modulo elastico a fless. (MPa)	17000

33.6.d Formulati per restauro strutture:

Punto di infiammabilità	90° C
-------------------------	-------

ENRICO DUSI STUDIO

Ritiro	0,10%
Viscosità (a+b) mPa.s.	7000
Pot life (minuti)	30
Assorbimento	2%
Punto Martens	35° C
Resistenza a trazione (MPa)	30
Resistenza a flessione (MPa)	50
Resistenza a compressione (MPa)	70
Modulo elastico a fless. (MPa)	700

33.6.e Formulati per incollaggio strutturale:

Punto di infiammabilità	90° C
Ritiro	0,10%
Viscosità (a+b) mPa.s.	8000
Pot life (minuti)	60
Assorbimento	2%
Punto Martens	40° C
Resistenza a trazione (MPa)	80
Resistenza a flessione (MPa)	50
Resistenza a compressione (MPa)	80
Modulo elastico a fless. (MPa)	1000
Adesione (MPa)	6

33.7 RESINE POLIESTERI

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.

Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche. Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Si fa presente inoltre che i sigillanti dovranno essere certificati secondo le norme di Legge.

33.8 RESINE VINILESTERI

Ancorante chimico in vinilestere ibrido bi componente ad elevate prestazioni, composto da leganti organici a base di resine, cariche minerali ed additivi che ne incrementano le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche, per ancoraggi su supporti in muratura piena o forata. Con le seguenti caratteristiche:

resistenza a flessione: ≥ 15 N/mm² dopo 45 minuti (metodi di prova in accordo con DIN EN 196-1)

resistenza a compressione: ≥ 60 N/mm² dopo 45 minuti (metodi di prova in accordo con DIN EN 196-1)

resistenza a trazione: 10 MPa dopo 24 ore (metodi di prova in accordo con ISO 527)

allungamento a rottura: 0,47% dopo 24 ore (metodi di prova in accordo con ISO 527)

modulo elastico: 4.3 GPa dopo 24 ore (metodi di prova in accordo con ISO 527)

densità: $1,70 \pm 0,1$ g/cm³

Senza stirene, atossico e adatto per l'utilizzo in ambienti chiusi e locali poco aerati.

33.9 SABBIE, INERTI E CARICHE PER RESINE

Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L.; la granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

In particolare le polveri dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto e fiocchi di nylon. In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche di rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm. per un 25% di 0,50-1,00 mm. per un 30% e di 1,00-2,00 mm. per il restante 45%.

33.10 RINFORZANTI PER RESINE

Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere, in generale, una comprovata inerzia chimica nei confronti dei componenti della resina, un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10 - 0,30 mm. per un 25% di 0,50 - 1,00 mm. per un 30% e di 1,00 - 2,00 mm. per il restante 45%.

Le polveri (silice ventilata - silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50 - 80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10 - 15% in peso.

In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto, fibre di amianto e fiocchi di nylon.

ENRICO DUSI STUDIO

In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

33.11 INGHISAGGI

Esecuzione di ancoraggi con tasselli, con barre di acciaio ad aderenza migliorata o filettate e specifica resina per inghisaggi.

Il diametro dei fori per l'esecuzione degli inghisaggi o la messa in opera di barre passanti la struttura dovrà essere eseguito in conformità a quanto previsto negli elaborati di progetto e comunque nel rispetto delle prescrizioni previste dai materiali utilizzati (barre d'acciaio e resine), e dovrà comunque essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

Prima dell'introduzione della barra nel foro dovranno essere adottate tutte le regole per la corretta posa in opera (facendo riferimento anche a quanto prescritto dai manuali e schede tecniche dei fornitori dei prodotti), in particolare dovrà essere accuratamente effettuata la pulizia del foro per la completa ed efficace asportazione della polvere.

Estrudere l'ancorante chimico a partire dal fondo del foro. Dovrà essere riempito efficacemente il foro in modo che a barra d'acciaio introdotta vi sia il completo riempimento del foro, e sia garantita l'assenza di vuoti o bolle d'aria.

Tali prescrizioni valgono anche per la messa in opera delle barre filettate passanti le strutture, in particolare anche in questi casi deve essere completamente riempito, con specifica resina per inghisaggi, lo spazio vuoto del foro che si viene a creare tra la barra e la struttura forata.

L'oggetto da ancorare deve essere installato manualmente con movimento rotatorio finché non è raggiunto il fondo del foro.

L'ancorante chimico collega saldamente l'intera superficie laterale dell'accessorio con la superficie laterale del foro sigillando lo stesso.

Le cartucce parzialmente utilizzate possono essere riutilizzate semplicemente sostituendo il miscelatore.

Tali prescrizioni valgono anche per la messa in opera delle barre filettate passanti le strutture, in particolare anche in questi casi deve essere completamente riempito lo spazio vuoto del foro che si viene a creare tra la barra e la struttura forata.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 34 TUBAZIONI E POZZETTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Le disposizioni seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unito a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione. In presenza di apposite disposizioni di Legge o di Regolamento, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

34.1 TUBAZIONI

Tutte le tubazioni dovranno rispondere alle norme fissate dalla Legge n. 64 del 212/1974 e richiamate nel Decreto emesso dal Ministro dei Lavori Pubblici di concerto con il Ministero dell'Interno del 12/12/1985 pubblicato nella G.U. n. 61 del 14/03/1986 e successive modificazioni d'integrazioni, quando non siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Capitolato.

Caratteristiche costruttive

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua cemento, alle modalità d'impasto e di getto. Il Fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più avanti indicate.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti. Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm. di calcestruzzo.

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

Canalizzazioni conglomerato cementizio semplice		Canalizzazioni conglomerato cementizio armato		Canalizzazioni in grès	
Sezione	Aggiunta d'acqua l./m ² di sup bagnata	Sezione	Aggiunta d'acqua l./m ² di sup utile	Sezione	Aggiunta d'acqua l./m ² di sup utile
circolare		circolare		circolare	
10 - 25 cm	0.40	10 - 25 cm	0.20	1'-150 cm	0.20
30 - 60 cm	0.30	30 - 60 cm	0.15		
70 -100 cm	0.25	70 -100 cm	0.13		
oltre 100 cm	0.20	oltre 100 cm	0.10		
ovoidale		ovoidale			
30 - 45 cm	0.30	30 - 45 cm	0.15		
50 - 75 cm		50 - 75 cm			
60 - 90 cm	0.25	60 - 90 cm	0.13		
60 - 90 cm		80 -120 cm			
90 -135 cm	0.20	90 -135 cm	0.10		
120 -180 cm		120 -180 cm			

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

- 200 kg/cm². per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;
- 400 kg/cm² per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrini d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc.).

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua, qualora tuttavia l'impermeabilità a pressioni superiori a 0,1 atm. non venga assicurata da un intonaco impermeabile o da analogo strato, si procederà alla prova secondo le norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio semplice. Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

ProveProva di resistenza meccanica

La prova di resistenza alla compressione dovrà essere eseguita secondo le disposizioni del D.M. 30-5-1972, su provini formati contemporaneamente alla fabbricazione dei pezzi di serie. In casi particolari potranno tuttavia essere usati anche cubetti ricavati dai prefabbricati o da loro frammenti.

- Prova di impermeabilità (a pressioni inferiori a 0,1 atm.).
- Prova su elementi interi.

Dovrà essere eseguita su tre pezzi da collocare diritti e riempiti d'acqua. Se i pezzi non hanno fondo, si dovrà curare l'impermeabilità del piano d'appoggio e la sua sigillatura con il campione in esame. Si deve operare ad una temperatura compresa tra 10° e 20°C, assicurando

ENRICO DUSI STUDIO

una sufficiente protezione dalle radiazioni solari e dalle correnti d'aria intermittenti.

I pezzi da provare vengono riempiti d'acqua fino a 10 mm. sotto il bordo superiore; a questo livello è convenzionalmente attribuito il valore zero. Coperti i campioni; si misura dopo tre ore l'abbassamento del livello, aggiungendo nuova acqua fino all'altezza precedente (livello zero). Analogamente si procede dopo altre 8,24 e 48 ore; l'ultima lettura è effettuata 72 ore dopo il primo rabbocco.

I pezzi sottoposti alla prova sono considerati impermeabili se la media degli abbassamenti del livello liquido nei tre campioni, misurati nell'intervallo dalla ottava alla ventiquattresima ora dal 1° rabbocco, si mantiene inferiore a 40 mm.

per ogni m. di altezza di riempimento. I singoli valori di abbassamento non possono tuttavia scostarsi dalla media in misura superiore al 30%.

Qualora i valori degli abbassamenti nell'intervallo dall'8^a alla 24^a ora non rientrino nei suddetti limiti, assumeranno valore determinante, ai fini dell'accettazione della fornitura, la media e gli scarti degli abbassamenti nell'intervallo tra la 48 e la 72 ora dal 1° rabbocco.

La comparsa di macchie o singole gocce sulla superficie esterna dei campioni non potrà essere oggetto di contestazione, sempreché l'abbassamento dello specchio liquido si mantenga entro i limiti di accettabilità.

Prova sui frammenti

Va eseguita quando la forma del prefabbricato non consente il riempimento con acqua. Si opera su tre campioni, ricavati da punti diversi del pezzo, con dimensioni di almeno 150x150 mm. Sulla superficie interna dei campioni si applica, con perfetta sigillatura, un cilindro con diametro interno di 40 mm ed altezza di circa 550 mm.

La superficie di prova del campione è quella interna al cilindro e a contatto con l'acqua, la superficie di osservazione è quella intersecata, sull'altra faccia del campione, dal prolungamento della superficie del cilindro. Tutte le restanti superfici del campione devono essere spalmate con cera o prodotti simili. Ciò fatto, il cilindro viene riempito d'acqua fino all'altezza di 500 mm, da mantenere costante, con eventuali rabbocchi, nelle successive 72 ore. Il cilindro deve essere coperto, ma non stagno all'aria. Dopo 72 ore di tale trattamento, sulla superficie di osservazione non deve apparire nessuna goccia.

Collaudo

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio armato Rif. UNI EN 1610:1999.

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione deve essere effettuato con aria (metodo "L") oppure con acqua (metodo "W"). Si può eseguire il collaudo separato dei tubi e dei raccordi, dei pozzetti e delle camere di ispezione, per esempio i tubi con aria e i pozzetti con acqua. Nel caso del metodo L, non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova. Nel caso che la prova con aria non venga superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua.

Se, durante il collaudo, il livello della falda freatica è al di sopra della generatrice superior della tubazione, si può effettuare una prova di infiltrazione con una prescrizione specifica. Si può effettuare una prova preliminare prima di eseguire il riempimento laterale. Per l'accettazione finale, la tubazione deve essere collaudata dopo il riempimento e la rimozione della cassetta di contenimento; la scelta del collaudo mediante aria o acqua può essere indicata dall'estensore del progetto.

Collaudo con aria (metodo "L")

I tempi di prova per le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camere di ispezione, vengono forniti nel prospetto 3 in relazione alle dimensioni del tubo e ai metodi di prova (LA; LB; LC;LD). È bene che le condizioni di prova siano indicate dall'estensore del progetto. Si devono usare chiusure adatte a tenuta d'aria al fine di evitare errori derivanti dalle apparecchiature di prova. In fase di collaudo per motivi di sicurezza è necessario prestare particolare attenzione ai tubi di grande diametro. Il collaudo di pozzetti e camere di ispezione con aria è difficile da attuare in pratica.

***Nota 1** Finché non vi sarà esperienza sufficiente di collaudo di pozzetti e camera di ispezione con aria, si può usare un tempo di prova pari alla metà di quello per una tubazione di diametro equivalente.*

In primo luogo, si deve mantenere per circa 5 min. una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta, po. Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata nel prospetto 3 e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC, LD. Se la perdita di pressione è minore del Δp indicato nel prospetto 3, la tubazione è conforme.

***Nota 2** Nella presente norma europea non vengono forniti i requisiti di prova per il collaudo a pressione a aria negativa poiché attualmente l'esperienza con questo metodo è insufficiente.*

L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire una misurazione del Δp con una precisione del 10%. La precisione di misura del tempo deve essere di 5s.

ENRICO DUSI STUDIO

Prospetto 3 – Pressione di prova, caduta di pressione e tempi di collaudo per il collaudo con aria

Materiale	Metodo di collaudo	$P_o^* \Delta p$		Tempo di prova in min						
		mbar (kPa)		DN100	DN200	DN300	DN400	DN600	DN800	DN1000
Tubi di calcestruzzo non impregnato	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100 (10)	15 (1,6)	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valori di Kp**)				0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
Valori di Kp**)				0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012
*) Pressione superiore alla pressione atmosferica **) $t = \frac{1}{Kp} \cdot \ln \frac{P_o}{P_o - \Delta p}$ Per tubi di calcestruzzo non impregnato Kp = 16/DN con massimo 0.058 Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali Kp = 12/DN con Massimo 0.058 Con t arrotondato al mezzo minuto più vicino quando t ≤ 5 min, al minuto più vicino quando t > 5min. ln= log,										

Collaudo con aria (metodo "W")

Pressione di prova: La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 Kpa e una pressione minima di 10 Kpa misurata sulla generatrice superiore del tubo. Si possono prescrivere pressioni di prova più elevate progettate per operare sotto sovraccarico permanente o temporaneo (Vedere prEN 805).

Tempo di impregnamento: dopo che le tubazioni e/o i pozzetti sono stati riempiti ed è stata applicata la pressione di prova richiesta, può essere necessario considerare l'impregnamento.

Nota: Generalmente è sufficiente 1h. Può essere necessario un periodo più lungo, per esempio in condizioni climatiche secche nel caso di tubi in calcestruzzo.

Tempo di prova: il tempo di prova deve essere di (30 ± 1) min.

Requisiti di prova: si deve mantenere la pressione entro 1 Kpa della pressione di prova definita in 13.3.1 rabboccando con acqua. Si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta. Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di:

- 0,15 l/m² nel tempo di 30 min. per le tubazioni;
- 0,20 l/m² nel tempo di 30 min. per le tubazioni che comprendono anche in i pozzetti;
- 0,40 l/m² nel tempo di 30 min. per i pozzetti e le camere di ispezione.

Nota: l m² si riferiscono alla superficie interna bagnata

ENRICO DUSI STUDIO

Collaudi ai singoli giunti

Se non viene specificato altrimenti, si può accettare il collaudo di singoli giunti invece del collaudo dell'intera tubazione per le tubazioni generalmente più grandi di DN 1000. Per i singoli giunti dei tubi da collaudare, la superficie di riferimento per la prova "W" corrispondente a quella di un tratto di tubo lungo 1 mt, se non viene specificato altrimenti. I requisiti di prova devono essere quelli forniti in 13.3.4 con una pressione di 50 Kpa in corrispondenza della generatrice superiore interna. Le condizioni per la prova "L" devono seguire i principi forniti in 13.23 ed essere oggetto di una specifica particolare.

Collaudo di tubazioni in pressione

Le tubazioni in pressione devono essere collaudate come specificato nel prEN 805.

Qualifiche

Si deve tenere conto dei seguenti fattori riguardanti le qualifiche:

- Per la supervisione e l'esecuzione del progetto di installazione deve essere impiegato personale adeguatamente addestrato ed esperto;
- Gli appaltatori nominati dal committente devono possedere le qualifiche necessarie per l'esecuzione dei lavori;
- I committenti devono accertarsi che gli appaltatori siano in possesso delle qualifiche necessarie;

34.1.a Tubazioni in fibrocemento

Dovranno essere conformi alle norme CEN 588/94, prodotti meccanicamente con miscela omogenea di cemento, aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua.

In nessun caso dovranno possedere elementi di asbesto. Come legante verranno utilizzati solamente cemento a norma.

Prima della consegna i tubi dovranno aver subito una maturazione di almeno 28 giorni.

Tutti gli elementi dovranno essere sottoposti internamente ed esternamente ad un processo di invetriatura con resine epossidiche atossiche, ad elevata resistenza alla abrasione e alla corrosione, esenti da solventi ed ammine aromatiche, in conformità alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità.

La classe di resistenza delle tubazioni sarà quella indicata nell'apposita voce di Elenco Prezzi.

34.1.b Tubazioni in conglomerato cementizio

I tubi in conglomerato cementizio saranno confezionati secondo le norme vigenti (DIN 4032) e ai requisiti previsti nella classe IV di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR, con marcazione della data di fabbricazione.

Saranno eseguiti a perfetta regola d'arte, gettati nelle forme apposite e accuratamente pressati a mano o meccanicamente ed avranno lunghezza comprese tra i m 1.00 e 3.00.

Il tubo non dovrà avere ghiaietto affiorante sia nella parte interna che in quella esterna.

I tubi dovranno avere una stagionatura di almeno giorni 30 (trenta); dovranno essere perfettamente calibrati, con gargami esattamente profilati.

Le qualità dei materiali dovranno corrispondere alle caratteristiche prescritte nella legge 5/11/1971 n. 1086 e al D.M. 17 gennaio 2018.

Saranno costruite in conglomerato cementizio turbobibrocentrifugato, con cemento pozzolanico o di alto forno "tipo 425" (nell'utilizzo per fognatura) per metro cubo di miscuglio secco di inerti (costituito da sabbia e ghiaietto, vagliati e lavati, con adatta composizione granulometrica), e dovranno essere idonei a sopportare carichi di 1° Categoria ed essere accompagnati da calcoli statici forniti dalla ditta costruttrice. Il cemento utilizzato potrà essere del tipo ed alta resistenza ai solfati se esplicitamente prescritto in Elenco Prezzi.

L'armatura in acciaio verrà calcolata per resistere agli effetti prodotti dal terreno di riempimento e dai sovraccarichi mobili, per manufatti di 1ª categoria, che possono transitare sulla strada sovrastante o comunque secondo indicazioni della D.L.. Nel caso che le tubazioni siano destinate ad un uso in pressione, l'armatura in acciaio verrà calcolata per resistere anche alle pressioni nominali interne.

Le giunzioni tra tubo e tubo saranno del tipo a bicchiere con giunto a tenuta in gomma o neoprene o materiali simili. Le superfici interne dovranno risultare lisce e ben levigate senza sbavature, scabrosità o nicchie.

Per le armature metalliche valgono le stesse disposizioni dei conglomerati cementizi in ordine alla fornitura dei calcoli statici.

34.1.c Tubazioni in grès e materiale in grès (pezzi speciali, mattonelle, ecc.)

I materiali in grès ceramico dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 295. I tubi e tutti i materiali di grès ceramico dovranno essere di un impasto omogeneo, ben vetrificati, senza incrinature o difetti, senza asperità, di colore uniforme lucente. La verniciatura di vetrificazione non deve presentarsi quale strato superficiale, ma deve formare un corpo solo con la massa e non deve presentare all'occhio alcuna linea di demarcazione tra il coccio e lo smalto e nessuno spessore visibile dello smalto stesso. Le estremità per le giunzioni, tanto a maschio che a femmina, saranno munite di un giunto a base di resine poliuretaniche aventi come caratteristiche principali:

- carico di rottura a trazione 38 kg/cm²;
- allungamento a rottura 100%;
- carico di rottura allo strappo 14 kg/cm².

I materiali forniti saranno esclusivamente di prima scelta, e percossi a martello, dovranno dare un suono metallico. Le giunzioni tra tubo e tubo saranno del tipo a bicchiere.

34.1.d Tubazioni in acciaio saldato e non saldato

I tubi in acciaio che verranno impiegati dovranno avere superfici interne ed esterne lisce, spessore uniforme, sezione perfettamente calibrata e dovranno inoltre risultare diritti a vista. Non dovranno presentare alcun segno di ruggine.

Saranno inoltre, di norma salvo specifica contraria, bitumati internamente ed esternamente e muniti di rivestimento normale o pesante tipo "Dalmine" o similare. Le tubazioni dovranno essere conformi alla normativa UNI vigente per le rispettive classi di appartenenza con particolare riferimento alle UNI 6363/68, 5447/64.

Per le prove dei tubi in acciaio si fa riferimento ugualmente alle Norme UNI vigenti ed in particolare alle 5466/65, 5467/65, 5468/65, 5469/65, 5470/65, 6101/67. Valgono inoltre le norme tecniche emanate dal Consiglio Superiore dei LL. PP. con voto n. 704 espresso nell'adunanza del 19/4/1966 e con circolare Ministeriale 2136 in data 5/5/66 della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale.

Valgono inoltre le norme tecniche predisposte dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP., approvate con D.M. 12/12/1985 pubblicato sulla G.U. n. 61 del 14/03/1986.

34.1.e Tubazioni in polietilene alta densità

Le tubazioni ed i raccordi in polietilene ad alta densità per le rispettive classi di applicazione e di appartenenza dovranno essere conformi

ENRICO DUSI STUDIO

per tipi, dimensioni e caratteristiche, e dovranno soddisfare ai metodi di prova generale indicati dalla normativa esistente UNIPLAST-UNI (UNI 7613) - (Ente Italiano di Unificazione delle Materie Plastiche Via C. 1. Petilli, 16 Milano) ovvero sia in difetto di esse alle vigenti Norme ISO o DIN.

34.1.f Tubi in polietilene corrugato

Tubazione in polietilene corrugato a doppia parete, realizzato per coestrusione continua delle due pareti, idoneo alla protezione di cavi elettrici B.T. e M.T. (bassa e media tensione) e telefonici, di diametro 125 mm. La tubazione dovrà essere completa di manicotto di giunzione e filo zincato preinserito per traino cordino di tiro, stabilizzato ai raggi UV e con raggio di curvatura 15 volte il diametro esterno. Dovrà inoltre essere rispondente alla norma CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46/V1) a Marchio IMQ e marcatura CE con classificazione di prodotto serie N e resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N.

34.1.g Tubazioni in P.V.C. rigido

Le tubazioni ed i raccordi in P.V.C. rigido (Polivinile di cloruro non plastificato), per le rispettive classi di appartenenza e di applicazione, dovranno essere conformi per tipi, dimensioni e caratteristiche, e dovranno soddisfare ai metodi di prova generali indicati dalla normativa esistente UNIPLAST-UNI (Ente Italiano di Unificazione delle Materie Plastiche - Via C. 1. Petilli 16 Milano) ovvero sia in difetto alle vigenti Norme ISO DIN e ANSI.

34.1.h Tubazione per acquedotto in ghisa

Le tubazioni in ghisa per acquedotto dovranno essere conformi alle norme UNI EN 545, mentre quelle per fognatura alle UNI EN 598; ad attestazione di dette norme dovrà essere presentato documento rilasciato da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation" (EAC). Le tubazioni dovranno essere ottenute mediante il procedimento produttivo della centrifugazione ed il trattamento termico della ricottura e ferritizzazione. La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Carico unitario di rottura a trazione 42 da N/mm²
- Allungamento minimo a rottura 10%
- Durezza Brinell $\leq$ 230 HB

Lo spessore s dei tubi dovrà essere conforme a quanto previsto dalla specifica normativa di riferimento (UNI EN 545 per tubazioni di acquedotto). La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

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

I tubi dovranno avere una estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. Il giunto che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta sarà elastico di tipo automatico, conforme alla norma UNI 9163 del Novembre 1987 o equivalente. Le giunzioni dovranno essere inoltre conformi alle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545 (per l'acquedotto), mediante dimostrazione di certificato rilasciato da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation" (EAC). La guarnizione dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nella guarnizione. Potrà essere prevista l'installazione di sistemi antisfilamento dei giunti mediante installazione di appositi "kits" da montare sui bicchieri della tubazione standard ed ottenuti con l'azione di contrasto di inserti metallici, preferibilmente, e comunque sempre secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori, del tipo "smontabile" tramite l'accoppiamento di controflange che comprimono la guarnizione di tenuta e il sistema antisfilamento mediante serraggio di bulloneria. I sistemi antisfilamento per giunti dovranno essere conformi alla UNI EN 545 e alle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545, mediante dimostrazione di certificato rilasciato da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation" (EAC). Le tubazioni per l'acquedotto dovranno essere rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione di spessore rispondente alle norme UNI ISO 4179 del 1983 ed esternamente, dal DN 80 al DN 700, rivestite con uno strato di zinco puro applicato per metallizzazione conforme alle norme UNI ISO 8179 del 1986, successivamente sono poi rivestite con vernici a base bituminosa. Se previsto dall'Elenco Prezzi Unitari, il rivestimento esterno dovrà essere con strato di zinco-alluminio (85 Zn - 15 Al) avente massa non minore di 400 g/mq e finitura con vernici bituminose o epossidiche (norma UNI EN 545). L'interno del bicchiere e l'esterno dell'estremità liscia, parti metalliche a contatto con l'effluente, sono rivestiti con vernice epossidica.

Il rivestimento interno dei tubi e dei pezzi speciali dovrà possedere, di norma, i requisiti seguenti:

- essere continuo e ben aderente;
- asciugare rapidamente e non squamarsi;
- non contenere alcun elemento solubile nell'acqua da convogliare, né alcun costituente capace di modificare i caratteri organolettici della acqua ed alterarne la potabilità;
- non contenere elementi radioattivi.

La prova di tenuta dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione mediante prova di pressione interna, su tutti i tubi non rivestiti. Quando i controlli e le prove di accettazione fossero effettuati in periodo successivo a quello di fabbricazione, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo non maggiore del 10% del numero di elementi costituenti le singole partite.

La prova di tenuta dei tubi in officina sarà effettuata mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545, paragrafo 6.5.2, prosopetto 14. Le guarnizioni dei giunti saranno di gomma e conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile.

34.1.i Tubazioni in acciaio

I tubi in acciaio saranno conformi alle norme UNI EN 10224/03 relative alla caratteristiche, tolleranze, spessori e prove per tubi in acciaio per condotte in pressione, ovvero alla Circolare n. 2136 del 05-05-1966 del Consiglio Superiore dei LL.PP. Dovranno essere osservate integralmente le prescrizioni contenute in esse con le seguenti ulteriori specificazioni:

a) per quanto riguarda il tipo di acciaio da impiegare per la fabbricazione dei tubi esso non dovrà avere caratteristiche chimico-fisiche-meccaniche inferiori a quelle del tipo Fe 410 e precisamente:

carico unitario di rottura	$\geq$ 410 N/mm ² .
carico unitario di snervamento	$\geq$ 255 N/mm ² .

ENRICO DUSI STUDIO

allungamento	≥ 22 %
--------------	--------

Composizione chimica percentuale risultante dall'analisi di colata come segue:

C	P	S	Mn	Si
max	max	max	max	max
0,21	0,04	0,04	1,20	0,35

Nell'analisi sul prodotto sono ammessi, rispetto ai massimi consentiti sull'analisi di colata, i seguenti scostamenti:

- + 0,03 % per il carbonio
- + 0,005% per il fosforo e lo zolfo
- + 0,10 % per il manganese
- + 0,05% per il silicio

b) per quanto riguarda le analisi di colata relative ai materiali impiegati per la fabbricazione delle tubazioni esse dovranno essere comprovate con l'esibizione dei certificati originali della ditta produttrice;

c) su ogni tubo dovrà essere indicato il numero di colata corrispondente al fine della sua esatta identificazione.

È facoltà della Direzione dei Lavori rifiutare tutta o in parte la fornitura che sia sprovvista di tali documentazioni. Saranno impiegati tubi conformi alle norme UNI EN 10224/03 rivestiti internamente con resine epossidiche senza solventi, dello spessore di 250 microns e conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174 e successive modifiche, con rivestimento esterno in polietilene estruso a calza o banda laterale secondo norme UNI 9099, in triplo strato formato da primer adesivo e polietilene dello spessore della serie rinforzata. Sono ammessi, se previsti da apposita voce di elenco prezzi, tubi in acciaio con rivestimento esterno in polietilene in triplo strato come sopra descritto, e rivestimento interno in malta cementizia applicata per centrifugazione (DIN 2614). I tubi in acciaio, serie normale, saranno di tipo elettrosaldato HFI conformi alle norme DIN 2460 e 2458. La efficienza del rivestimento esterno sarà controllata mediante detector elettrico a scintillio, alla tensione di 15.000 Volts. Le estremità delle tubazioni potranno essere adatte per saldatura testa a testa, con bicchiere cilindrico, sferico o sferico a camera d'aria, secondo gli articoli di elenco. Le tubazioni in acciaio con rivestimento interno in malta cementizia ed esterno in polietilene triplo strato potranno essere forniti in verghe a saldare, oppure con giunto a bicchiere con guarnizione premontata (DIN 28617) e anello di battuta per garantire la discontinuità elettrica tra tubo e tubo. I giunti dovranno essere compatibili per collegamenti con le tubazioni in ghisa precedentemente descritte. Il prezzo per metro di tubazione posata comprende l'onere per i rivestimenti interno ed esterno in corrispondenza dei giunti, come sopra descritto. Gli spessori dei tubi in acciaio, salvo diversa specificazione in elenco prezzi, sono qui sotto riportati diametro per diametro (serie normale):

- DN 60 - spessore mm 2.6

- " 80 - " 2.9
- " 100 - " 3.2
- " 125 - " 3.6
- " 150 - " 4.0
- " 200 - " 5.0
- " 250 - " 5.6
- " 300 - " 5.9
- " 350 - " 6.3
- " 400 - " 6.3
- " 450 - " 6.3
- " 500 - " 6.3
- " 600 - " 6.3
- " 700 - " 7.1
- " 750 - " 8.0
- " 800 - " 8.0
- " 900 - " 10.0
- " 1000 - " 10.0

34.1.j Tubazioni in acciaio zincato e rivestito in polietilene

I tubi in acciaio zincato e rivestiti in PE estruso saranno utilizzati prevalentemente per la costruzione di allacciamenti idrici.

Il materiale dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Tubi: EN 10255 DIN 244-O/1 senza saldatura, in acciaio non legato, serie media, filettati UNI-ISO 7/1, con manicotto UNI -ISO 50, zincati a caldo EN 10240 A1, idonei al convogliamento d'acqua potabile, secondo il DM. n. 174 del 06/04/2004 e s.m.i., a temperature da -10° a + 90°; Rivestimento esterno in PE: secondo DIN 30670 - UNI 9099/B9 R3R estruso a calza a triplo strato spessore standard;

Lunghezza: standard 6 m.;

Marcatura: sul tubo zincato secondo EN 10255 S195T SM UNI EN 10240 A1; sul rivestimento esterno in PE secondo DIN 30670 - UNI 9099/89 R3R chiaramente leggibili e indelebili.

34.1.k Tubazioni in materiali diversi

Tubi in resina: I tubi in resina, dovranno possedere elevata resistenza alla trazione ed alla flessione congiunta ad una durezza superficiale, resistenza ai solventi, assoluta impermeabilità ai gas ed ai vapori. Dovranno essere conformi alle norme UNI 7611.

34.1.l Pezzi speciali in ghisa e in acciaio

I collegamenti fra i tubi di qualsiasi materiale e le saracinesche, i Te di diramazione, le curve, i raccordi conici fra i differenti diametri, gli attacchi degli sfiati, ecc., saranno di ghisa e conformi alle norme UNI ISO 2531 o in acciaio. I pezzi speciali saranno dotati, preferibilmente, di giunti tipo Express. Per i collegamenti di tubazioni in ghisa (comprese le fognature in ghisa) si preferiranno pezzi speciali in ghisa; saranno ammessi i pezzi speciali di acciaio per i soli elementi la cui foggatura non consenta la reperibilità sul mercato di quelli in ghisa. Tutti gli spostamenti verticali e orizzontali dovranno essere eseguiti con pezzi speciali muniti di appositi "kits" anti sfilamento. I pezzi speciali in acciaio dovranno essere costruiti con tubi aventi le caratteristiche corrispondenti alle norme UNI EN 10224/03, rivestiti internamente con vernici epossidiche per uso alimentare a norma di legge (per l'acquedotto) ed

ENRICO DUSI STUDIO

essere rivestiti all'esterno di lana di vetro in strisce avvolte in duplice strato, successivamente compresse e bitumate, ovvero con polietilene estruso a calza o banda laterale in triplo strato; in alternativa, quando non sia possibile l'uso di tubi coi rivestimenti esterni suddetti, potranno essere utilizzati nastri, manicotti ed altri elementi di tipo termo restringente a forte spessore residuo, resistenti a sali, acidi, olii, grassi e solventi, da applicarsi senza l'uso di primer e preriscaldamento, costituiti da compound poliolefinico. Il rivestimento dovrà essere completato con nastri e pezze di tipo non termo restringente e mastici di riempimento a base bituminosa applicabili a caldo, per fissaggi di estremità e completamento dei rivestimenti. In caso di utilizzo di tubazioni in acciaio con rivestimento interno di tipo cementizio ed esterno in polietilene triplo strato, saranno ammessi pezzi speciali realizzati con tubazioni della medesima tipologia. I rivestimenti esterni saranno realizzati come sopra riportato per i tubi rivestiti in polietilene. Le flange dei pezzi speciali di ghisa ed acciaio dovranno avere le dimensioni, gli spessori ed i fori secondo le norme UNI per pressioni fino a 16 atmosfere. Le estremità lisce, a loro volta, dovranno avere le dimensioni esterne uguali a quelle delle corrispondenti teste dei tubi da collegare per l'applicazione di giunti Gibault. Agli effetti degli ingombri, i pezzi speciali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- a) Riduzioni: dovranno risultare perfettamente coniche, senza sbavature e spigoli vivi all'interno. L'angolo di rastremazione sarà di norma non superiore a 15°.
 - b) Bouts: flangiati da un lato e lisci dall'altro: lunghezza variabile fra i 200 ed i 500 mm. complessivi secondo i diametri della tubazione.
 - c) Te: flangiati o lisci. La lunghezza, sull'asse alle condotte in cui saranno inseriti, non sarà superiore a mm. 400 per tubi fino al diametro di mm. 100; a mm. 600 per tubi dei diametri fino a mm. 250 e a mm. 800 per tubi dei diametri fino a mm. 500. Il tronchetto di derivazione avrà lunghezza variabile da mm. 200 a mm. 500 complessivi secondo il diametro della tubazione.
 - d) Curve: il raggio di curvatura dell'asse delle curve dovrà essere di almeno mm. 200 più il diametro della tubazione. I tipi di curve previsti sono quelli per derivazione di 11°, 22°, 45° e 90°. Le curve intermedie fra le deviazioni sopra indicate dovranno essere formate dalla combinazione di uno o più elementi normali ed eventualmente dalla deviazione consentita dal Gibault attiguo. Allo sviluppo delle curve sono da aggiungere i ringrossi di estremità, ciascuno dei quali non dovrà superare la lunghezza di mm. 150. e) Tronchetti: flangiati o lisci, da porre in opera attraverso le pareti dei pozzetti per il collegamento dei pezzi speciali interni con la tubazione esterna, non dovranno superare la lunghezza complessiva di mm. 1.000.
 - f) Spezzoni rettilinei in acciaio: lisci o flangiati, saranno valutati a ml. quando superano la lunghezza complessiva di ml. 4.00 fino al diametro di mm. 500. Per misura inferiore saranno valutati al Kg. come pezzi speciali.
 - g) Sifoni e pezzi sagomati in acciaio: di norma saranno valutati al Kg. come pezzi speciali.
- Qualora le parti rettilinee superino singolarmente la misura di ml. 4.00, queste saranno valutate a ml. compresi i ringrossi, mentre le curve di raccordo saranno valutate a peso.

34.1.m Giunti gibault

I giunti Gibault dovranno essere realizzati in ghisa G 22/25 - UNI 5007/82, privi di imperfezioni o soffiature, sottoposti al processo di sabbiatura e verniciatura con pittura bituminosa, completi di flange e manicotto centrale e bulloni in acciaio inox. Le guarnizioni in elastomero dovranno essere a sezione toroidale, prive di difetti, rispondenti alle norme UNI 4920/82. Tutte le parti in gomma dovranno essere conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile. I bulloni, privi di difetti di costruzione, dovranno essere in acciaio inox A/2 AISI 304, con vite a testa esagonale, gambo parzialmente filettato, secondo norme UNI 5737 DIN 931 e dadi esagonali secondo norme UNI 5588 DIN 934. La filettatura è metrica ISO passo grosso.

Le altezze minime dei manicotti centrali dei giunti Gibault sono i seguenti:

- 1) per tubi del diametro interno 50 mm. h. mm. 45
- 2) per tubi del diametro interno 60 mm. h. mm. 50
- 3) per tubi del diametro interno 70 mm. h. mm. 50
- 4) per tubi del diametro interno 80 mm. h. mm. 60
- 5) per tubi del diametro interno 90 mm. h. mm. 60
- 6) per tubi del diametro interno 100 mm. h. mm. 65
- 7) per tubi del diametro interno 125 mm. h. mm. 80
- 8) per tubi del diametro interno 150 mm. h. mm. 80
- 9) per tubi del diametro interno 175 mm. h. mm. 100
- 10) per tubi del diametro interno 200 mm. h. mm. 120
- 11) per tubi del diametro interno 225 mm. h. mm. 120
- 12) per tubi del diametro interno 250 mm. h. mm. 150
- 13) per tubi del diametro interno 275 mm. h. mm. 150
- 14) per tubi del diametro interno 300 mm. h. mm. 150
- 15) per tubi del diametro interno 350 mm. h. mm. 150
- 16) per tubi del diametro interno 400 mm. h. mm. 150
- 17) per tubi del diametro interno 500 mm. h. mm. 180

34.1.n Giunti universali

I giunti universali adatti per il collegamento di tubazioni per acqua potabile di diverso materiale o diametro esterno, dovranno essere in ghisa secondo UNI ISO 1083, resistenti alla pressione si esercizio di 16 bar e di collaudo di 24 bar.

I tiranti, privi di difetti di costruzione, dovranno essere in acciaio inox A/2 AISI 304, con vite a testa esagonale e gambo parzialmente filettato, secondo norme UNI 5737 DIN 931 e dadi esagonali secondo norme UNI 5588 DIN 934 e con filettatura metrica ISO passo grosso.

Dovranno avere guarnizioni in elastomero, tutte le parti in gomma dovranno essere conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile.

34.1.o Saracinesche

Saranno costruite con corpo e cappello in ghisa GG 25 o sferoidale PN16, e realizzate secondo le norme UNI 10269 - 95 e EN 1074:02; normalmente a sezione ovale, potranno essere di tipo a corpo piatto in casi particolari di installazioni dove sia richiesto il minimo ingombro.

Cuneo in ghisa GG 25 rivestito completamente con gomma sintetica vulcanizzata di tipo speciale, scorrevole su apposita guida, atta a fornire la massima garanzia di durata e resistenza all'invecchiamento e all'abrasione; detto cuneo sarà dotato di un orifizio di scarico nella sua parte inferiore per evitare i rischi del gelo o il

ENRICO DUSI STUDIO

formarsi di colonie di batteri. L'albero di manovra e la madre vite saranno in ottone o in acciaio inox AISI 304. Il premistoppa sarà in bussola di bronzo, con anelli O-RING; tutte le superfici di guida e registro dell'albero di manovra saranno tornite e piallate. La chiusura sarà destrorsa. Tenuta secondaria ad O-RING in bussola di Nylon/bronzo sostituibile in esercizio.

Le saracinesche saranno verniciate internamente ed esternamente con doppio strato di vernice epossidica atossica.

Tutte le parti in gomma dovranno essere conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile.

La bulloneria di collegamento ai singoli pezzi speciali sarà in acciaio inox AISI 304.

La foratura delle flange secondo le norme UNI PN 16.

Le saracinesche dovranno potersi manovrare sotto carico.

Le saracinesche saranno collegate alle tubazioni con raccordi metallici a flangia e bulloni in acciaio inox.

Con le saracinesche sarà fornito un conveniente numero di chiavi di manovra.

Le saracinesche saranno provviste dei seguenti accessori:

- Aste di manovra in acciaio zincato, quadro di manovra pieno e cappellotto in G.S. od ottone OT58 di dimensioni corrispondenti all'albero della saracinesca; tubo protettore in PVC avvitato o solidale al corpo della saracinesca; aste fisse o di tipo telescopico; le aste dovranno essere fissate alla base del quadro della saracinesca con apposita vite o spinotto.

- Chiusini stradali cilindrici in ghisa G 22/25 - UNI 5007/82, catramati a caldo, con sagoma regolare, privi di soffiature, predisposti per essere installati su sedi stradali (ghiaiate o asfaltate) o in campagna ed idonei a sopportare carichi accidentali, alti cm. 17, Ø interno cm. 9 del tipo

approvato dall'Ente gestore; rialzabili mediante anelli prolunga in ghisa di spessore mm.20 e mm.30. I coperchi dovranno avere l'asola cieca per impedire il passaggio di impurità all'interno del chiusino e la scritta con la seguente dicitura "ACQUEDOTTO - SARACINESCA". nel caso di chiusini per allacciamenti la scritta dovrà essere "ACQUEDOTTO - PRESA".

34.1.p Valvole a farfalla

Le valvole a farfalla saranno di tipo wafer o flangiate, con corpo in ghisa sferoidale, lente e albero in acciaio inox, riduttore a vite senza fine con volantino, installazione con flange UNI PN 16, chiusino in ghisa per esecuzione interrata (vedi descrizione per saracinesche), tenuta in elastomero EPDM od altro materiale atto a fornire la massima garanzia di durata e resistenza all'abrasione e all'invecchiamento.

34.1.q Sfiatatoi automatici

Gli sfiatatoi automatici dovranno essere del tipo ad un galleggiante in polipropilene o acciaio inox AISI 304 resistente alla pressione di esercizio e di prova rispettivamente almeno di 8 e 20 atmosfere. La D.L. potrà prescrivere:

- Sfiato automatico multifunzione con corpo, cappello e flangia in G.S. 400.12 a passaggio totale, verniciato internamente ed esternamente con polveri epossidiche, galleggiante e disco superiore in polipropilene, bulloneria inox, guarnizioni NBR e rubinetto di spurgo e scarico:

- filettato Ø 2" o flangiato da 50/65 per condotte da DN 50 a DN 250;

- flangiato da 80 per condotte da DN 250 a DN 450;

- flangiato da 100 per condotte da DN 450 a DN 550.

Flangie mobili PN 16

- Sfiato automatico multifunzione in G.S. 400.12, esecuzione PN 25, con valvola di sezionamento incorporata che consente la possibilità di intervento senza smontaggio, verniciato internamente con polveri epossidiche-poliesteri alimentari, a sezione passaggio totale, galleggianti inox AISI 304, disco superiore in polipropilene, bulloneria inox, guarnizioni NBR e rubinetto di spurgo e scarico:

- filettato Ø 2" o flangiato da 50/65 per condotte da DN 50 a DN 250;

- flangiato da 80T/100R per condotte da DN 250 a DN 400;

- flangiato da 100T/150R per condotte da DN 400 a DN 600.

Flangiatura PN 16

Gli sfiati automatici saranno posti in opera, nei punti da precisare alla consegna, in apposito pozzetto in calcestruzzo normale in campagna o carrabili sotto sedi stradali:

- sfiato Ø 2"/50/65 pozzetto dimensioni 60x60xh variabile

- sfiato Ø 80/100 pozzetto dimensioni 80x80xh variabile, a seconda delle precisazioni della Direzione dei Lavori; per le caratteristiche del chiusino si richiama l'ART 27. Essi saranno collegati in sommità della tubazione con tubi di acciaio zincato rivestito in PE e collare di attacco/te di derivazione con rubinetto tipo Sicilia/saracinesca di pari diametro, mentre un secondo rubinetto d'intercettazione tipo Sicilia/saracinesca sarà posto subito prima dello sfiato stesso. Dovranno risultare a quota conveniente entro il chiusino, in modo da poter facilmente ispezionarli e manovrare il rubinetto/saracinesca di intercettazione. Nel caso di sfiati con valvola di sezionamento incorporata, viene omessa l'intercettazione posta subito prima dell'apparecchio.

34.1.r Idranti stradali anti incendio

Gli idranti stradali antincendio saranno a colonna sopra suolo in ghisa GJL 250 EN 1503-3, a norma UNI EN 14384 con marchiatura CE, a rottura prestabilita, manovrabile con chiave di manovra pentagonale unificata, valvola di sezionamento gommata con profilo conico a 45° ideato per evitare il deposito di detriti e prevenire l'usura precoce, con battuta su sede in ottone, scarico antigelo, verniciatura a polvere epossidica RAL3000, bocche di erogazione DN 70 filettate UNI 810, protette da cappello cieco provvisto di chiusura anti manomissione a chiave pentagonale unificata, flangia di ingresso UNI EN 1092/2, DN 80 - PN16, altezza colonna fuori terra idrante mm. 680, altezza direttrice attacchi mm. 450, con adeguata profondità di interrimento, guarnizioni in gomma telata di adeguato spessore da interporre tra le flange di accoppiamento. Guarnizione di tenuta idonea per installazioni su reti di acqua potabile conformemente alla normativa EN 681-1 e al D.M. n° 174 del 06/04/2004. Sufficiente strato di materiale drenante dovrà essere posato in corrispondenza dello scarico antigelo per favorire lo svuotamento dell'idrante. L'idrante dovrà essere dotato di meccanismo di rottura prefissata in caso di urto accidentale, questo sistema evita la fuoriuscita dell'acqua in caso di rottura. Semi flange di rottura fra la parte superiore e inferiore in ghisa sferoidale, dovranno permettere l'orientamento delle prese su 360° ed il ripristino e la manutenzione senza effettuare scavi. L'idrante come sopra detto, dovrà comprendere la derivazione dalla condotta principale, a mezzo Te di derivazione flangiato oppure a bicchiere, saracinesca di sezionamento DN 80, asta

ENRICO DUSI STUDIO

di manovra e sarà provvisto di ESSE di regolazione, che dalla condotta dedicata collegherà lo stesso fino all'attacco inferiore. Nella fornitura dovrà essere prevista un kit di riparazione per ogni idrante e chiavi di manovra per apertura del coperchio di protezione.

34.1.s Giunti di derivazione

I giunti di derivazione saranno utilizzati per l'esecuzione di prese in carico su prescrizione di VERITAS SPA. Dovranno avere i settori e la flangia di derivazione, forata secondo UNI PN 16, in ghisa sferoidale GS 42/12; la guarnizione di tenuta in gomma naturale conforme al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile; bulloni in acciaio inox A/2 AISI 304, filettatura metrica ISO passo grosso.

34.1.t Collari da presa in carico

I collari da presa in carico dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- a) Sella: Dovrà essere realizzata in ghisa sferoidale GS 400 - 15/UNI - ISO 1083 con rivestimento in vernice epossidica min. 150 micron, curvata e sagomata per una perfetta aderenza alle tubazioni e dotata di alloggiamento per la guarnizione di tenuta; i fori passanti per i tiranti della staffa dovranno essere ad asola chiusa mentre il foro di derivazione sarà filettato femmina passo gas. La sella dovrà essere dotata di dispositivo, protetto, per l'inserimento di una lamina di intercettazione che ne garantisca la perfetta tenuta.
- b) Staffa: Tutto il complesso, comprese le rondelle ed i dadi, dovrà essere realizzato in acciaio inox A/2 AISI 304; sul piatto dovrà comparire il DN della tubazione per la quale è previsto l'impiego del collare.
- c) Guarnizioni: Sia quella di tenuta tra tubazione e sella, sia quella del dispositivo di presa in carico, dovranno essere realizzate in elastomero conforme al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile.

34.1.u Valvolame e rubinetteria per allacciamenti

Tutte le parti in gomma e materiali plastici (es: sfera, O-Ring di tenuta, guarnizioni) delle seguenti apparecchiature dovranno essere conformi al Decreto 6 Aprile 2004 n. 174, per uso a contatto con acqua potabile; inoltre tutte le apparecchiature dovranno essere di tipo PN 16.

a) Saracinesche di derivazione ed accessori:

Le saracinesche di derivazione avranno gli attacchi in linea filettati maschio e femmina. Il corpo ed il coperchio saranno in ghisa sferoidale GS 400 15 UNI ISO 1083 con rivestimento interno ed esterno in Rilsan; cuneo di tenuta primaria in ottone UNI 5035 rivestito in gomma NBR vulcanizzata; tenuta secondaria realizzata mediante anelli O-Ring in gomma NBR alloggiati in bussola in ottone OT58. L'albero di manovra sarà in acciaio AISI 420, le guarnizioni di tenuta tra corpo e coperchio saranno in gomma NBR. Il coperchio sarà munito di profilo a vite per l'attacco dell'asta o altro accorgimento per evitare lo sfilamento. Per quanto riguarda gli accessori si richiama quanto prescritto dall'articolo relativo alle saracinesche (ART. 17), con esclusione del cappellotto per l'asta di manovra; il tubo in PVC a protezione dell'asta di manovra sarà avvitato o solidale al corpo della saracinesca.

b) Valvole di derivazione a squadra ed accessori:

Le valvole di derivazione a squadra avranno gli attacchi filettati maschio in verticale e femmina in orizzontale.

Il corpo ed il coperchio saranno in ghisa sferoidale GS 400 15 UNI ISO 1083 con rivestimento interno ed esterno in Rilsan.

Tampone di tenuta primaria in ottone UNI 5035 rivestito in gomma NBR vulcanizzata; tenuta secondaria realizzata mediante anelli O-Ring in gomma NBR alloggiati in bussola in ottone OT 58. L'albero di manovra sarà in acciaio AISI 420, le guarnizioni di tenuta tra corpo e coperchio saranno in gomma NBR.

Il coperchio sarà munito di profilo a vite per l'attacco dell'asta o altro accorgimento per evitare lo sfilamento. Dovranno resistere ad una pressione di esercizio di 16 bar. Per quanto riguarda gli accessori si richiama quanto prescritto dalla voce precedente " Saracinesche di derivazione ed accessori "; il tubo in PVC a protezione dell'asta di manovra sarà avvitato o solidale al corpo della valvola.

c) Valvole a sfera:

Le valvole a sfera saranno a passaggio totale con filettatura femmina - femmina UNI ISO 711, realizzate in bronzo 85.5.5.5 UNI 7013.72.

La sfera sarà in ottone OT 58 UNI 5705, cromato, le guarnizioni di tenuta e premistoppa in PTFE; dovranno essere dotate di un dispositivo per la sigillatura, a farfalla in alluminio verniciato a fuoco.

d) Rubinetti d'arresto unidirezionali:

I rubinetti d'arresto unidirezionali hanno la funzione di intercettare il flusso d'acqua ed impedire il riflusso in rete. Saranno realizzati in bronzo 85.5.5.5 UNI 7013.72 mentre la guida dell'albero, l'albero di manovra, il coperchio, la bussola, saranno in ottone OT 58 UNI 5705.

La sfera del dispositivo di non ritorno sarà in gomma e dovrà entrare in funzione nel caso di inversione della pressione con differenziale a 30 cm. di c.a. A valle di detto dispositivo il rubinetto sarà provvisto di una valvolina di scarico in OT 58 UNI 5705 per lo svuotamento dell'impianto.

e) Valvole a sfera con valvola di ritegno:

Le valvole a sfera con valvola di ritegno incorporata saranno a passaggio totale con filettatura femmina-femmina UNI ISO 228, realizzate in ottone OT 58 UNI 5705 stampato a caldo. La sfera sarà in ottone OT 58 UNI 5705, cromata, le guarnizioni di tenuta e premistoppa in PTFE; dovranno essere dotate di un dispositivo per la sigillatura, a farfalla in alluminio verniciato a fuoco. I componenti la valvola di ritegno saranno in resina acetilica, mentre la molla sarà in acciaio inox.

f) Valvole di ritegno tipo Venturi:

Le valvole di ritegno tipo venturi saranno realizzate in ghisa G 30 per pressioni di esercizio di 16 bar.

Ogiva, otturatore, calotta otturatore saranno anch'esse in ghisa G 30, mentre la molla sarà in acciaio inossidabile.

Le flange saranno dimensionate e forate secondo le norme UNI 2223 / PN 10. La bulloneria di collegamento sarà in inox AISI 304.

g) Raccoglitori di impurità:

Da installare a monte dei contatori sprovvisti di filtro, secondo i tipi esecutivi, i raccoglitori di impurità saranno realizzati in ghisa G 30 per pressioni di esercizio di 16 bar. Il filtro dovrà essere estraibile, costruito in acciaio inox od ottone. Le flange saranno dimensionate e forate secondo le norme UNI 2223 / PN 16.

La bulloneria di collegamento sarà in inox AISI 304.

h) Raddrizzatori di filetti fluidi:

I raddrizzatori di filetti fluidi saranno installati a monte dei contatori a mulinello assiale (Woltmann-combinati), con le modalità dei tipi esecutivi previsti dall'Ente gestore, per eliminare ogni turbolenza nel flusso dell'acqua. Saranno realizzati in ghisa G 30 o acciaio inox per pressio-

ENRICO DUSI STUDIO

ni di esercizio di 16 bar. Le flange saranno dimensionate e forate secondo le norme UNI 2223 / PN 16. La bulloneria di collegamento sarà in inox AISI 304.

34.1.v Bulloneria

I bulloni per il collegamento di pezzi speciali, flange, saracinesche, valvolame in genere e altre applicazioni particolari, dovranno corrispondere alle caratteristiche tecnico-meccaniche definite nelle prescrizioni delle norme UNI 3740. Dovranno essere privi di difetti di costruzione, di ammaccature sui filetti, di screpolature o di altre soluzioni di continuità. Dovranno essere in acciaio inox A/2 AISI 304, con vite parzialmente filettata, secondo norme UNI 5737 DIN 931, filettatura metrica ISO a passo grosso e con testa a dado esagonale, secondo norme UNI 5588, DIN 934 (DIN 975 per barre filettate). In fase di posa i dadi dovranno essere ingrassati con pasta antigrippaggio.

34.1.w Raccorderia

La raccorderia dovrà essere del tipo pesante, realizzata in ghisa malleabile a cuore bianco, nel rispetto dei termini, definizioni e caratteristiche delle norme UNI - ISO 5922. Il rivestimento protettivo di zinco dovrà essere ottenuto per immersione a caldo, secondo UNI 5744. Le caratteristiche costruttive dovranno rientrare nei limiti fissati dalle norme UNI 5192 ed in particolare la filettatura dovrà essere secondo UNI - ISO 7/1.

34.1.x Collettori

I collettori per la installazione di più contatori in un unico pozzetto o nicchia, saranno ricavati da tubo in acciaio inox AISI 304, dello spessore minimo di 2,3 mm, avente le caratteristiche di cui alle norme UNI 6904.71; su detto tubo saranno saldati i manicotti o filetti di derivazione del diametro prescritto, ad una distanza tra gli interassi di 13 cm per i collettori in orizzontale e cm 20 per collettori in verticale; i fori saranno eseguiti meccanicamente senza sbavature. Il diametro del tubo sarà in rapporto al numero di derivazioni come da schemi dei vari tipi esecutivi.

34.1.y Pozzetti per alloggiamenti postazione contatore acquedotto

I pozzetti in calcestruzzo armato, per l'alloggio di saracinesche di intercettazione e di scarico, e per accessori in genere, saranno costruiti nel numero e nelle posizioni che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte e indicati dalla Direzione dei Lavori. Di norma i pozzetti avranno in pianta le dimensioni interne richieste dalle apparecchiature in essi contenute ed avranno l'altezza libera utile non inferiore a m 1.60 e dovranno essere a tenuta. I pozzetti saranno muniti di passo d'uomo, protetto da chiusino stradale in ghisa, portante superiormente la scritta "Acquedotto", e da una scaletta per l'accesso in ferro zincato a caldo o con gradini in ghisa ancorati singolarmente alla parete. Detto passo d'uomo, con chiusino a filo del piano strada, dovrà avere la sezione interna circolare di passaggio utile di almeno cm. 60 e H max 50 cm (spessore soletta più un anello di rialzo al massimo). Il chiusino dovrà essere della classe D 400 - gruppo 4 per traffico intenso conformi alla normativa UNI-EN 124:95 costruito in ghisa sferoidale GS 400/500 secondo la norma UNI-ISO 1083 a tenuta idraulica mediante guarnizione, bloccaggio e manovra mediante sistema a scomparsa, coperchio ad apertura a 120° ed estrazione a 90°, assenza di oscillazione nell'apertura a 120°. La soletta di copertura dovrà avere, di norma, adeguato ricoprimento. Sulla soletta dovranno essere annegati altresì, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre dall'esterno delle saracinesche, con apposita chiave a croce. I chiusini dovranno essere conformi all'Art. 18. I pozzetti, e tutti i manufatti previsti per il completamento delle opere in appalto, e interessanti le strade pubbliche o private, dovranno resistere ai carichi transitabili previsti per le categorie di appartenenza della strada su cui ricadono. I calcoli del cemento armato saranno eseguiti a cura e spese dell'Impresa Esecutrice. I pezzi speciali, le curve, i Te e le saracinesche dovranno appoggiare sulla platea con muretti opportunamente dimensionati ed ancorati lateralmente contro le spinte orizzontali. Quanto alla posizione delle pareti, nei confronti degli accessori alloggiati, dovrà porsi cura che i giunti di collegamento tra i pezzi speciali e i tronchetti attraversanti le pareti, siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentirne il facile smontaggio (minimo 15-20 cm.). I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti saranno stuccati ad assestamento avvenuto con cemento e cordolo in bentonite per ottenere una perfetta tenuta d'acqua.

Sul fondo del pozzetto sarà ricavata una nicchia apposita per la raccolta dell'acqua di infiltrazione adatta ad alloggiare un'elettropompa sommergibile o motopompa equivalente delle dimensioni minime 50X50xH40 cm. I contatori di utenza dovranno essere installati in nicchia ricavata nella recinzione o in idoneo pozzetto in proprietà privata, nel punto più vicino alla condotta aziendale con accesso diretto dall'area pubblica; le caratteristiche dei pozzetti di utenza e la conformazione delle postazioni di alloggiamento dei contatori dovranno essere conformi al documento "Tipi esecutivi - Allacciamenti idrici e postazioni contatore" rilasciato dall'Ente gestore. Le dimensioni dei pozzetti tipo vengono qui di seguito riportate:

Materiale Pozzetto

CLS cm. 50 x 50 x 50 h.
CLS cm. 60 x 50 x 50 h.
CLS cm. 80 x 60 x 50 h.
CLS cm. 120 x 60 x 50 h.
CLS cm. 150 x 60 x 50 h.
CLS cm. 200 x 60 x 50 h.
CLS cm. 250 x 60 x 50 h.
CLS cm. 300 x 60 x 50 h.

Le postazioni in nicchia dovranno essere realizzate mediante inserimento nella struttura di recinzione di una cassetta da incasso, con inserito all'interno poliuretano espanso a cellula chiusa per la protezione contro il gelo; la porta di accesso dovrà avere apertura max di 150°, chiave di chiusura con attacco quadro e cilindro intercambiabile, scritta in rilievo "ACQUEDOTTO", spessore coibentazione porta minimo 22 mm e coibentazione cassetta 25 mm. Il tubo di alimentazione della cassetta dovrà essere del tipo coibentato con tubo interno in acciaio inox AISI 304. La postazione interna alla cassetta dovrà essere tutta in acciaio inox tranne la valvola a sfera (art. 23 punto d), il rubinetto unidirezionale (art. 23 punto e) e i canotti porta contatore. Le tubazioni a valle del contatore dovranno essere isolate termicamente con guaina coibente di spessore minimo 13 cm. Le tubazioni dovranno essere inserite in appositi passaggi liberi in tubo protettore.

ENRICO DUSI STUDIO

34.1.z Posa di tubazioni in ghisa sferoidale e prove di tenuta idraulica

Per la realizzazione in opera delle condotte valgono le norme tecniche del D.M 12/12/1985, oltre a quelle del presente Capitolato. Le tubazioni in ghisa sferoidale saranno poste in opera secondo il tracciato ed alla quota fissata da VERITAS SPA. Sotto sedi stradali le tubazioni dovranno avere comunque una copertura minima di Mt. 1.00 dal piano viabile di rotolamento. L'impresa dovrà utilizzare personale specializzato che opererà secondo le prescrizioni, le modalità e le cautele indicate dal fabbricante dei tubi, nonché dalla D.L. Si precisa inoltre che nel caso in cui le operazioni di posa delle condotte da parte del personale dell'Impresa non si svolgessero con la dovuta perizia e cautela, viene riservata al A.S.I. S.p.A. - una volta contestate le deficienze senza che la Impresa adotti provvedimenti opportuni - la facoltà di far intervenire, a suo insindacabile giudizio, i montatori del fabbricante, addebitandone il costo all'Impresa stessa. Nella zona dei giunti, i tubi dovranno essere perfettamente puliti.

A posa avvenuta, nell'interno del tubo, non dovranno rimanere corpi estranei, sassi, sabbia, terra od impurità di sorta. La posa dei tubi non potrà, di norma essere effettuata in presenza di acqua o di fango. Dopo la posa in opera dei tubi, ed eseguite le giunzioni, si procederà al controllo della posizione altimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche. Entro i limiti che saranno precisati dalla ditta fornitrice, ove la Direzione non disponga il contrario, i piccoli cambiamenti di direzione e le curve a grande raggio potranno ottenersi anche mediante semplici deviazioni in corrispondenza dei giunti. In qualunque derivazione sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitarne gli sfilamenti, adottando materiali che di volta in volta appariranno più adatti e secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Nelle sospensioni giornaliere dei lavori, le estremità delle tubazioni dovranno venire tappate in modo da impedire l'entrata di animali, di corpi estranei od altre impurità. Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazioni la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc. già inseriti nella condotta stessa. In casi particolari e su richiesta dell'Impresa o su ordine della Direzione dei Lavori, si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate. L'Impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione dei Lavori avesse ordinato il rinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione. Le testate delle tratte di condotte di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'Impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta.

In tutte le prove una volta raggiunta, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnescata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove, sia in officina che in opera, saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusura di saracinesche perdenti con flange cieche e scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione dei Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'Impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra e qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove. L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito o altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'Impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte. Il manometro, del tipo scrivente, da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la durata media del tratto in pressione. Prima della prova, con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e cioè sino a che vi fuoriesca solo acqua. Le prove saranno eseguite su singole tratte della lunghezza media di metri 500 o ridotta in casi particolari ed anche maggiore, se la Direzione dei Lavori riterrà di poterla autorizzare, isolate mediante piatti di prova od altri dispositivi adatti. La prova avrà la durata di due ore consecutive e sarà effettuata sottoponendo le tratte della tubazione alla pressione di 10 atmosfere; la prova potrà essere eseguita con giunti scoperti o interrati, secondo le disposizioni della D.L.L. Si potrà inoltre dar corso ad una ulteriore prova con l'intera condotta completamente interrata, per la durata di ore 4 e con una pressione di 6 atmosfere, salvo diverse disposizioni della D.L. per casi particolari.

Le prove saranno ritenute valide se nel periodo prescritto la pressione non sarà scesa di più del 2 %.

Qualora durante le prove nei tubi, nei giunti e nei pezzi speciali si avessero a manifestare fughe, zampillature ed anche trasudamenti con conseguente discesa di pressione al di sotto del limite sopra fissato, l'Impresa sarà tenuta a propria cura e spesa alla sostituzione dei tubi, giunti o pezzi speciali difettosi ed a eseguire tutti i lavori necessari alla rimessa in perfetta efficienza del tratto di condotta ed a ripetere la prova. Il comportamento della tratta di tubazione sotto pressione e per tutta la durata della prova sarà rilevato dal diagramma del manometro scrivente. Di ogni prova, che sarà eseguita alla presenza dell'Appaltatore, sarà steso apposito verbale corredato dei citati diagrammi, firmato dal Direttore dei Lavori o suo rappresentante. Le prove, in opera, delle tubazioni, pezzi speciali ed accessori, sono a carico dell'Impresa la quale provvederà inoltre a mettere a disposizione i mezzi, strumenti ed attrezzi necessari allo scopo, nonché la mano d'opera necessaria. E' compresa nel prezzo della tubazione posata, se non diversamente specificato nelle voci di elenco prezzi, la costruzione dei necessari ancoraggi e blocchi di spinta per evitare, movimenti e sfilamenti della condotta; eventuali danni provocati dalla mancanza di sufficienti ancoraggi e blocchi di spinta saranno pertanto, nei casi previsti, a totale carico della ditta. Il compenso che sarà corrisposto all'Impresa per i lavori di fornitura e posa in opera dei tubi di ghisa sferoidale, alle condizioni di cui sopra - ogni onere compreso - è stabilito dall'apposita voce dell'elenco prezzi.

34.1.aa Posa di tubazioni in acciaio

I tubi di acciaio dovranno corrispondere alle norme UNI EN 10224/03 o alla circolare n. 2136 del 05.05.1966 del Consiglio Superiore LL.PP; sono descritti in apposito articolo del presente capitolato. Il rivestimento esterno complessivo della condotta dovrà essere eseguito con la migliore cura per assicurare la continuità dell'isolamento elettrico dal terreno; ogni danneggiamento delle tubazioni durante il trasporto e la posa in opera dovrà essere adeguatamente riparato prima del rinterro della tubazione. Per la riparazione si useranno le modalità indicate per il rivestimento dei pezzi speciali. La efficienza del rivestimento sarà controllata mediante detector elettrico a scintillio, alla tensione di 15.000 Volts. Il rivestimento interno dovrà essere, ove possibile, ripristinato nella zona di saldatura sia di giunti di testa che di giunti sferici; l'operazione potrà essere evitata utilizzando tubazioni a bicchiere sferico con camera d'aria. Nel caso di tubazioni con rivestimento interno in malta cementizia, detto ripristino potrà essere evitato, salvo evidenti distacchi in corrispondenza della tubazione. Nelle saldature elettriche di giunzione si impiegheranno elettrodi dei tipi segnalati dalle ditte produttrici dei tubi stessi e si eviteranno irregolarità e sbavature del metallo di riporto. La verifica delle saldature sarà effettuata tramite controlli distruttivi e non distruttivi. I controlli distruttivi riguarderanno il prelievo di campioni di saldatura, nella misura massima di uno per diametro, da sottoporre a prove di laboratorio, mentre i controlli non distruttivi

ENRICO DUSI STUDIO

vi saranno effettuati tramite controlli radiografici (max uno ogni 1000 m di condotta, e uno per diametro) ed altre tecniche (es. liquidi penetranti). Le prove saranno comunque disposte dalla Direzione Lavori secondo necessità e convenienza nei limiti sopra riportati.

Qualora le saldature risultassero difettose, le prove saranno ripetute; nel caso il risultato fosse ancora negativo, l'Appaltatore provvederà alla immediata sostituzione dei saldatori che hanno eseguito il lavoro, ed al rifacimento di tutte le saldature da questi eseguite. Tutte le spese per le suddette prove e per gli eventuali ripristini sono a carico dell'appaltatore. Il rivestimento epossidico interno dovrà essere ripristinato nei casi in cui il tipo di giunto saldato ne abbia provocato il danneggiamento, portando lo spessore nella zona di giunzione ai valori minimi di 250 microns.

Il rivestimento esterno dei giunti di tubazioni protette con doppio strato di bitume armato, avrà le stesse caratteristiche di quello del tubo, e sarà realizzato con primer bituminoso, successiva fasciatura con vetroflex imbevuto di bitume fuso fino ad ottenere lo spessore di circa 5 mm e colatura finale di protezione di bitume caldo (durante il riscaldamento la temperatura del bitume non dovrà superare i 160°C).

I giunti saldati di tubazioni con rivestimento in PE saranno realizzati con manicotti e nastri termoretraibili a forte spessore residuo, resistenti a sali, acidi, oli, grassi e solventi, da applicarsi senza l'uso di primer e preriscaldamento, costituiti da compound poliolefinico. Il rivestimento dovrà essere completato con nastri e pezze di tipo non termo restringente e mastici di riempimento a base bituminosa applicabili a caldo, per fissaggi di estremità e completamento dei rivestimenti. L'isolamento così ottenuto sarà sottoposto alla prova con detector a 15 kV.

In ogni caso nella realizzazione del rivestimento dei giunti si dovrà pulire accuratamente la superficie del tubo scoperto ed il cordone di saldatura, avendo cura di interessare anche il rivestimento del tubo per circa 15 cm. In nessun caso l'applicazione del rivestimento potrà essere fatta su superfici dei tubi bagnate o umide; dovrà inoltre essere sospesa in caso di rilevante presenza di umidità (relativa circa 100%) Il prezzo per metro di tubazione posata comprende l'onere per i rivestimenti interno ed esterno in corrispondenza dei giunti, come sopra descritto. Per i giunti a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata dello spessore di 3+5 mm. in un solo pezzo ed in un solo strato. Le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni, dovranno essere tutti rispondenti alle vigenti norme UNI per pressioni fino a 10 atmosfere di esercizio; i bulloni inox e le guarnizioni sopra descritte sono da considerarsi compresi nel prezzo a peso delle flange sulle quali saranno montati.

E' compresa nel prezzo della tubazione posata, se non diversamente specificato nelle voci di elenco prezzi, la costruzione dei necessari ancoraggi e blocchi di spinta per evitare, movimenti e sfilamenti della condotta; eventuali danni provocati dalla mancanza di sufficienti ancoraggi e blocchi di spinta saranno pertanto, nei casi previsti, a totale carico della ditta. Sono altresì compresi nel prezzo gli oneri per le prove a tenuta idraulica delle tubazioni e per il lavaggio delle stesse. Per le modalità di posa si fa riferimento a quanto riportato nella descrizione relativa alla posa di tubazioni in ghisa sferoidale.

34.1.bb Installazione di pezzi speciali e apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali in ghisa o acciaio saranno forniti in opera, comprese tutte le operazioni di montaggio di guarnizioni, giunti speciali, bulloneria, rivestimenti, ecc., e comprendono, se non diversamente specificato, i blocchi di ancoraggio e di spinta per evitare lo sfilamento dalle tubazioni. Per le saracinesche da collocarsi in pozzetti o in camere di manovra, valgono le indicazioni dei disegni di progetto; per quelle invece da installarsi sottosuolo dovrà essere curato in modo speciale che il piede della saracinesca posi solidamente su un blocchetto di calcestruzzo; il chiusino stradale poggerà rigidamente su piastra di calcestruzzo, così da evitare che si affondi sotto l'azione dei carichi.

Ciò vale in generale per tutti i chiusini.

Le saracinesche si manterranno col cuneo completamente chiuse, evitando l'insinuarsi di qualunque corpo estraneo. L'albero ed il prolungamento con i relativi manicotti dovranno essere rigidamente collegati fra loro per impedire lo sfilamento. Sui pezzi speciali di collegamento ed accessori, a posa ultimata, sarà data una nuova mano di vernice epossidica od eseguito il rivestimento con nastro auto-amalgamante.

34.1.cc Rivestimento anti corrosivo

Il rivestimento anticorrosivo delle parti di giunzione dei tubi in acciaio zincato rivestiti in PE, dei pezzi speciali di piccole dimensioni e della raccorderia in ghisa zincata, sarà ottenuto con nastro in gomma butilica e resine sintetiche dallo spessore di mm 1.5, auto-amalgamante, da applicarsi a freddo, previa pulizia della superficie, senza uso di Primer.

Detto nastro dovrà essere resistente ad acidi ed alcali, impermeabile all'acqua e gas, resistente ad una tensione di perforazione minima di 15 kV/mm ed alle sollecitazioni meccaniche.

34.1.dd Derivazioni per allacciamenti idrici

Si intende per allacciamento il complesso di tubazioni, pezzi speciali, valvole, raccordi ed accessori posti sopra e sotto suolo, pozzetto del contatore incluso, atti a collegare l'impianto dell'Utente alla condotta consorziale. L'esecuzione degli allacciamenti e la disposizione dei relativi elementi, nei diversi casi, saranno conformi ai tipi consorziali come da schemi apposti; tipi cui l'impresa dovrà strettamente attenersi. Le prese degli allacciamenti si effettueranno con la tubazione consorziale in carico; qualora fosse necessaria la manovra di saracinesche per l'intercettazione del flusso d'acqua, tale operazione verrà eseguita esclusivamente dal personale di VERITAS SPA.

Gli allacciamenti idrici saranno realizzati secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori in numero, diametro e nelle posizioni fissate dal progetto, secondo le seguenti prescrizioni:

- L'attacco alla condotta consorziale potrà essere eseguito mediante pezzo speciale a Te collegato con giunti Gibault od universali, mediante giunti di derivazione oppure con collare da presa in carico. L'attacco sarà integrato con blocchetti in muratura, posati su materiale incompressibile, atti ad impedire movimenti in senso verticale ed a resistere a spinte laterali.

- Valvola di intercettazione: dovrà essere posta in opera subito dopo l'attacco. Normalmente sarà impiegata una valvola di derivazione a squadra; per allacciamenti su condutture di piccolo diametro una saracinesca di derivazione in linea; per allacciamenti $\geq 2" \frac{1}{2}$ e oltre una saracinesca in ghisa a corpo ovale.

- Accessori: per la manovra dall'alto delle valvole di intercettazione saranno posti in opera degli accessori (asta di manovra e chiusino) con le caratteristiche descritte negli appositi articoli.

- Bocchettone a tre pezzi: sarà in acciaio zincato e montato subito dopo la valvola di intercettazione e consentirà il facile smontaggio della tubazione. Per consentire una maggior resistenza alle sollecitazioni trasmesse all'attacco ed alla valvola di intercettazione, a valle del bocchettone e prima della tubazione saranno montati tre gomiti maschio-femmina in ghisa zincata.

- Tubazioni: dalla condotta consorziale al contatore, salvo diverse prescrizioni, le tubazioni dovranno essere in acciaio zincato rivestito in PE con le caratteristiche descritte da apposito articolo, inguainate entro tubo in PVC o corrugato. Per allacciamenti $\geq 3"$ e oltre le tubazioni saranno in ghisa sferoidale. Sotto sedi stradali le tubazioni degli allacciamenti, al pari delle condotte di alimentazione, dovranno avere una copertura minima di m 1.0 dal piano viabile.

ENRICO DUSI STUDIO

- Pozzetto per contatore: il pozzetto di alloggio per contatore sarà posato su letto di sabbia, avrà le caratteristiche descritte dall'apposito articolo, e le dimensioni secondo i tipi esecutivi o impartite volta per volta.
- Nicchie per contatore: la loro realizzazione sarà concessa solo eccezionalmente in casi particolari. Saranno ricavate contro le murature, secondo le descrizioni di cui ai tipi esecutivi o impartite volta per volta.
- Contatore, accessori e connessioni: il contatore e le sue connessioni fino al $\text{AE } 2''$, saranno installati entro il pozzetto o entro l'apposita nicchia a seconda delle prescrizioni fatte all'atto della concessione d'utenza. Oltre al contatore, fornito dal A.S.I. S.p.A., saranno installati, di norma, una valvola a sfera ed un rubinetto d'arresto unidirezionale. La valvola a sfera sarà montata prima del contatore, ed usata esclusivamente dal personale di VERITAS S.p.A. che potrà provvedere alla sigillatura nella posizione di apertura. Il rubinetto d'arresto unidirezionale sarà installato subito a valle del contatore stesso e consentirà la chiusura e lo scarico dell'impianto dell'Utente impedendo altresì l'inversione del flusso dell'acqua. Le due apparecchiature avranno pari diametro. La posizione del contatore sarà decisa da VERITAS S.p.A. e ricadrà sempre il più possibile vicino all'attacco. Le postazioni per i contatori e le tubazioni di entrata e uscita dal pozzetto saranno disposte come da schemi dei tipi esecutivi. Nel caso di postazioni multiple in unico pozzetto, la tubazione di collegamento "collettore", sarà in acciaio inox con le caratteristiche riportate da apposito articolo. A monte del collettore sarà predisposta una valvola a sfera in bronzo a passaggio totale tipo pesante con farfalla sigillabile per l'intercettazione dell'acqua ed un bocchettone a tre pezzi per facilitarne lo smontaggio. Per quanto riguarda i contatori e postazioni del $\text{AE } 2'' \frac{1}{2}$ e oltre si rimanda ai singoli tipi esecutivi.
- Rivestimento anticorrosivo: le tubazioni in acciaio usate per pezzi speciali, TE di derivazione o altro, saranno rivestite con nastro in gomma butilica da applicarsi a freddo. Ad allacciamento ultimato saranno rivestiti con detto nastro anche le parti di giunzione dei tubi di acciaio zincato rivestiti in PE, nonché tutta la raccorderia impiagata. Il nastro dovrà essere applicato con sovrapposizione del 50% in modo da costituire un doppio strato.

34.1.ee Lavaggi delle tubazioni

Al lavaggio delle tubazioni l'Impresa procederà di norma dopo le prove a pressione. In quanto possibile si userà acqua fornita a cura di VERITAS S.p.A. L'Impresa dovrà mettere a disposizione la manodopera necessaria alle manovre delle saracinesche di intercettazione e di scarico, manovre che potrà essere necessario effettuare anche durante le ore notturne e che, in ogni caso, si svolgeranno compatibilmente con le disponibilità dell'Acquedotto. Dovrà pure eseguire tutte le opere provvisorie per lo smaltimento delle acque di lavaggio, quali il prolungamento delle tubazioni fino a raggiungere i fossi di scolo esistenti, ecc. I lavaggi dovranno proseguire fino a che l'acqua uscirà perfettamente limpida e si sarà raggiunta la certezza che dalla tubazione sono stati espulsi eventuali corpi estranei, quali ghiaia, ecc. A cura dell'Impresa la fase finale dei lavaggi sarà effettuata con l'aggiunta di idoneo sterilizzante. In ogni caso, prima della messa in esercizio delle condotte, si provvederà di norma al prelievo di campioni per le analisi batteriologiche, che saranno fatte da laboratorio all'uopo autorizzato; ove possibili dette analisi saranno eseguite a cura del laboratorio del VERITAS S.p.A. Nessun compenso spetterà all'Impresa per le prestazioni di cui sopra in quanto gli oneri relativi alle operazioni di lavaggio sono compresi nei prezzi di posa delle tubazioni.

34.1.ff Accettazione ed impiego dei materiali

Le forniture di materiali relative ai lavori di cui al presente capitolato, a norma dell'art. 137 del D.lgs. 50/2016 e successive varianti, non saranno accettate se la parte proveniente da Paesi Terzi di cui al comma 1 del suddetto articolo supera il 50% della fornitura complessiva, con riferimento alle quantità indicate nel Preventivo di spesa di progetto. I materiali dovranno corrispondere alle prescrizioni del Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali non è definitiva se non dopo che sono stati posti in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto l'Amministrazione può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potesse derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. Le prescrizioni dei commi precedenti non pregiudicheranno i diritti dell'Amministrazione in sede di collaudo. Qualora, senza opposizione dell'Amministrazione, l'Appaltatore, nel proprio interesse di sua iniziativa, impiegasse materiali di dimensioni, consistenza e qualità superiore a quelle prescritte o di una lavorazione più accurata, ciò non gli dà diritto ad aumento di prezzi e la contabilità sarà stesa come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto.

Se invece sia ammessa dall'Amministrazione qualche scarsezza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza o qualità ovvero una minor lavorazione, il Direttore dei Lavori, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

La Direzione dei Lavori può disporre le prove che ritenga necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali. La spesa relativa sarà a carico dell'Appaltatore. In particolare per quanto riguarda le tubazioni in genere dovranno essere eseguite, a cura e spese dell'Appaltatore, in fabbrica, tutte le prove sia idrauliche che meccaniche, previste nella norma UNI ed in particolare dovrà essere garantito il controllo totale e continuo dei singoli tubi, nonché delle saldature, per le tubazioni d'acciaio, con apparecchiature ad ultrasuoni presso la Ditta di fabbricazione ed inoltre deve esservi la possibilità di un controllo radiografico sia continuo, sia locale ove si riscontrino anomalie durante la prova con gli ultrasuoni. I rivestimenti bituminosi sia interni che esterni dovranno assicurare la massima protezione delle condotte.

Ogni tubo al momento del rivestimento in fabbrica deve essere sottoposto alla prova mediante un rilevatore a scintilla (detector) con tensione di prova di 15.000 Volts, al fine di comprovare la perfetta integrità, continuità ed aderenza dei rivestimenti. Dovrà inoltre essere presentato un certificato comprovante le caratteristiche delle miscele bituminose e dei materiali impiegati. E' facoltà della Direzione dei Lavori rifiutare tutta o in parte la fornitura che non ottemperi alle sovraesposte prescrizioni e non sia munita dei relativi certificati d'origine. Tutti i materiali destinati a venire a contatto con l'acqua potabile dovranno essere completamente atossici, nel rispetto delle norme di legge in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori e alle prescrizioni impartite al riguardo dalla Autorità Sanitaria competente. Le certificazioni di rispondenza e le eventuali analisi richieste saranno a carico dell'Assuntore che dovrà provvedere a sue spese alla eventuale sostituzione di quei materiali risultanti non idonei.

34.2 POZZETTI

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla 1° alla V° della Guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, carico, scarico, movimentazione, collegamento delle tubazioni, controlli idraulici di tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature nel numero che la Direzione lavori deciderà a sua discrezione.

ENRICO DUSI STUDIO

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del prefabbricato con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione a più labbra in gomma sintetica del tipo FORSHEDA F910, rispondente alle norme DIN 4060 e EN681-1.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti per lo scarico delle acque saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia in ghisa su telaio in ghisa e calcestruzzo. A seconda delle indicazioni della Direzione Lavori, potranno essere prescritti - e realizzati mediante associazione dei pezzi idonei - pozzetti con o senza sifone, e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La luce netta dei vari elementi sarà di 450 mm.; e quella del tubo di scarico di 150 mm. Gli eventuali cestelli per la raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Ogni elemento dovrà portare, ricavato nella fusione e, secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante.

Carico di prova

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i pezzi di copertura dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sotto elencati, al carico di prova da riportare, ricavato in fusione, su ciascun elemento a fianco indicato:

- su strade statali e provinciali, od in genere pubbliche con intenso traffico di scorrimento 25 t.
- su strade comunali senza traffico di scorrimento e strade private intensamente trafficate 15 t.
- su banchine di strade pubbliche e strade private solo leggermente trafficate 5 t.
- in giardini e cortili con traffico pedonale 0,6 t.

Per carico di prova si intende quel carico, applicato come indicato al successivo paragrafo 3), in corrispondenza del quale si verifica la prima fessurazione.

Prova di resistenza meccanica

Si applicano le corrispondenti norme stabilite relativamente ai chiusini per camerette, con le sole seguenti eccezioni in merito alla esecuzione della prova:

- il piatto di prova avrà dimensioni di 220 mmx150 mm., salvo che per i pezzi di copertura dei pozzetti stradali con introduzione laterale e dei pozzetti da cortile, per i quali sarà circolare con diametro di 200 mm.;
- il punto centrale del piatto di pressione dovrà corrispondere al punto centrale della sbarra più prossima all'interstizio, e delle diagonali della griglia;
- nel caso di piatto rettangolare, il lato longitudinale del piatto di prova sarà disposto ortogonalmente alle sbarre della griglia;
- per le griglie a volta, il piano di appoggio per il piatto sarà realizzato stendendo sopra la volta stessa un conveniente strato di gesso.

Collaudo

Valgono le corrispondenti norme per i tubi in conglomerato cementizio armato. RIF UNI EN1610:1999

34.3 CHIUSINI PER CAMERETTE

Di norma, per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa grigia o in ghisa grigia unita a calcestruzzo o ghisa sferoidale.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Caratteristiche costruttive

Le superfici di appoggio, tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma o polietilene da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori, dovranno essere adottati coperchi con fori di aerazione aventi una sezione totale almeno pari a quella di un tubo di 150 mm di diametro. Nel caso di chiusini muniti dei fori di ventilazione potrà essere richiesta l'installazione di idonei cestelli per la raccolta del fango, le cui caratteristiche verranno all'occorrenza prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Ogni chiusino, dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante.

Carico di prova

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sotto elencati, al carico di prova - da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento - a fianco indicato:

- su strade statali e provinciali ed in genere pubbliche con intenso traffico di scorrimento 40 t
- su strade senza traffico di scorrimento ed in generale strade pubbliche con traffico leggero 25 t
- su strade private trafficate 15 t
- su banchine di strade pubbliche e strade private solo leggermente trafficate 5 t
- in giardini e cortili con traffico pedonale 0,6 t.

Per carico di prova s'intende quel carico, applicato come indicato al successivo paragrafo in corrispondenza del quale si verifica la prima fessurazione.

Prova di resistenza meccanica

Valgono, con gli occorrenti adattamenti, le prescrizioni relative ai tubi in calcestruzzo di cemento armato.

ENRICO DUSI STUDIO

Numero degli elementi da sottoporre a prova - Per la loro ammissibilità - ai fini dell'accertamento di rispondenza alla fornitura - i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rottura eseguite su almeno tre elementi per ogni tipo e dimensione di chiusino che debba essere installato.

Alle prove dirette

dovrà essere sottoposto un elemento ogni 100 oggetto di fornitura; a tal fine le forniture verranno arrotondate, in più o in meno, a seconda dei casi, al più prossimo centinaio. Tuttavia anche per forniture inferiori ai cento, ma di almeno venti elementi, si provvederà, sempre a spese dell'Appaltatore, all'esecuzione di una prova.

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, sì da garantire la perfetta orizzontalità. La forza di pressione verrà esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm. il cui bordo inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm. Il piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone per garantire il perfetto, completo appoggio.

La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentono il raggiungimento del carico di prova in 4 minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova si fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri due elementi - indipendentemente dalla consistenza della fornitura - e il carico risulterà dalla media di tre valori.

Collaudo

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio armato.

34.4 FOSSA TIPO IMHOFF

NORME DI RIFERIMENTO

Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane. Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonte agricola. Delibera Interministeriale del 04/02/1977 allegato V. D.L. nr. 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" e modificato dal D.L. nr. 258 del 18/08/2000. D.L. nr. 152/06 "Norme in materia di Ambiente". Regolamenti Regionali e Comunali in materia di Fognatura. ISO 10544, Tondini trafilati a freddo per l'armatura del calcestruzzo e la fabbricazione di reti elettrosaldate. ISO 4012, Calcestruzzo - Determinazione della resistenza a compressione dei provini. UNI EN 206-1, Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità (per quanto applicabile).

CARATTERISTICHE

Struttura verticale in calcestruzzo vibrato, armato, a tenuta d'acqua, a scomparti verticali, del tipo Imhoff, utilizzata per la decantazione e la digestione anaerobica fredda di fanghi provenienti dagli scarichi civili (esclusivamente acque nere) a servizio di abitazioni o nuclei abitativi isolati.

Consentire la decantazione dei solidi sedimentabili e la digestione anaerobica fredda dei fanghi, in due scomparti sovrapposti, separati fisicamente, posti in comunicazione tra loro da aperture per il passaggio dei sedimenti allo scomparto inferiore e la risalita dei surnatanti di digestione allo scomparto superiore. Le fosse del tipo Imhoff possono essere utilizzate sia come trattamento autonomo, sia come trattamento primario a protezione di successive fasi sensibili a problemi di intasamento da solidi sospesi (subirrigazione, fitodepurazione, ecc.) o a rischi di formazione di banchi di fango (lagunaggio naturale).

DATI TECNICI

Codice prodotto	Fossa tipo	H altezza totale in cm	Persone servite (A.E.) nr.	Reparto sedimentazione volume			Reparto digestione volume			Peso in kg
				litri	litri per A.E.	DL 258/00	litri	litri per A.E.	DL 258/00	
950801	ø 150 h. 150	172	7	460	66	60	1590	227	200	2670
950800	ø 150 h. 200	222	9	870	96	60	1950	216	200	3060
950820	ø 150 h. 250	272	14	870	62	55	2835	202	200	3820
950830	ø 150 h. 300	322	16	870	55	55	3720	232	200	4210
950840	ø 150 h. 350	372	20	1285	64	50	4080	204	200	4600

Il tempo di detenzione dei fanghi è dimezzato nelle scuole e/o uffici (3 ore) rispetto alle case di civile abitazione (4-6 ore).

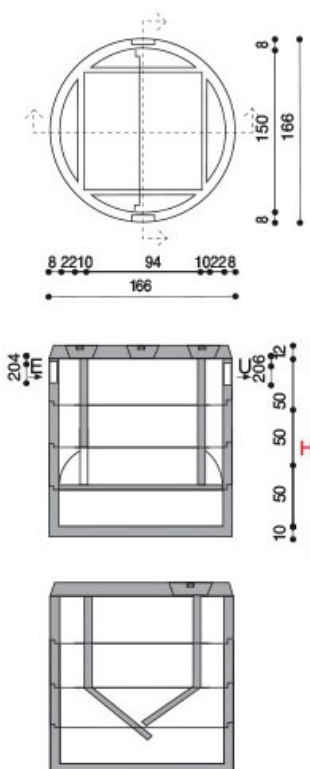
I volumi sono stati calcolati supponendo l'innesto di un tubo diametro 15 cm.

1 A.E. (Abitante Equivalente) = 1 utilizzatore domestico abituale = 4 coperti di ristorante.

Fossa tipo	Fondo	Prolunga	Anello con paratie	Paratie	Lastra triangolare	Anello quadro
ø 150 h. 150	I	-	I	2	I	I
ø 150 h. 200	I	-	I	2	I	2
ø 150 h. 250	I	I	I	2	I	2
ø 150 h. 300	I	2	I	2	I	2
ø 150 h. 350	I	2	I	2	I	3

La lastra triangolare va montata dalla parte dell'uscita.

I piani inclinati delle due paratie distano tra loro cm 5.



ENRICO DUSI STUDIO

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**34.5 POSA E FISSAGGIO TUBAZIONI**

Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno seguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza di giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno 1 m sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale dal 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione dei lavori.

Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'Impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima.

Così pure sarà a carico dell'Impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc. anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni eseguiti di norma con ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a 1 m.

Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della Direzione dei lavori, o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto di calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°, in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nell'esatta posizione stabilita.

Nel caso in cui i tubi posino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

L'Appaltatore nell'esecuzione delle opere dovrà attenersi alle migliori regole d'arte ed alle disposizioni contenute nel Decreto Ministeriale del 12/12/1985 concernente le "Norme Tecniche relative alle tubazioni" che si intendono integralmente richiamate. Si procederà alla posa in opera delle tubazioni solo previa esplicita accettazione delle stesse da parte della D.L. e cioè quando sarà riscontrata la rispondenza della fornitura alle normative vigenti, alle prescrizioni tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto ed ai termini contrattuali. Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati. Quelli che dovessero essere danneggiati in modo tale da compromettere la qualità e funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. La posa dei tubi sarà effettuata su un sottofondo di calcestruzzo dello spessore minimo di 10 cm, o su un letto di sabbia, a discrezione della D.L.

La larghezza del fondo scavo sarà la minima indispensabile come da particolari di progetto. Ci si dovrà comunque accertare della possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti come l'impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili quali selle o mensole. La continuità di contatto tra tubo e sella sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Dovrà inoltre prestarsi particolare cura nelle manovre precedentemente descritte qualora queste dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti ai tubi stessi. Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica ed il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione prescritte dalla ditta produttrice e fornitrice dei tubi stessi. Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinterro dei tubi. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi od in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi. Il materiale dovrà essere disposto nella trincea nel modo migliore in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI vigenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo. A rinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi là dove si potessero manifestare assestamenti.

34.6 POSA POZZETTI

I pozzetti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q.li di cemento tipo 325 per mc. d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

ENRICO DUSI STUDIO

34.7 POSA CHIUSINI PER CAMERETTE

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q.li di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm ; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per m² d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

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

34.1 POSA FOSSA IMHOFF

In trincea relativamente stretta (nel terreno indisturbato) e con ricoprimento della struttura della fossa fino al livello originale con terreno del tipo tout-venant. Il fondo della trincea dovrà avere una capacità portante stabile ed uniforme in modo da garantire l'allineamento ed il livellamento della struttura della fossa con le tubazioni ed essere in grado di sostenere i carichi gravanti. Il materiale del letto di posa dovrà essere simile a quello usato per il rinfianco e/o ricoprimento. Resta escluso il caso di letto di posa argilloso od in presenza di falda. Il terreno usato per il rinterro nel rinfianco dovrà essere ben compattato. Per avviare l'impianto viene prescritta l'immissione di calce nella fossa al fine di creare un ambiente alcalino che favorisca una rapida digestione metanica. La fossa Imhoff dovrà essere ubicata esternamente ai fabbricati, distante almeno un metro dai muri di fondazione e non meno di dieci metri da qualunque pozzo, condotto o serbatoio destinato all'acqua potabile. Deve inoltre essere dotata di aperture di dimensioni sufficienti a garantire una facile ispezione e permettere un agevole asporto dei fanghi senza provocare danni alle strutture interne del manufatto e deve altresì essere dotata di tubo di ventilazione di diametro utile non inferiore a cm 10, da prolungarsi oltre la linea di gronda dell'edificio di cui la vasca è al servizio. Tale tubo consente la fuoriuscita dell'ammoniaca originata dal processo metanico senza interferire con il processo di sedimentazione. Le acque meteoriche non debbono essere immesse nelle fosse Imhoff in quanto modificherebbero il tempo di stazionamento del liquame. L'effluente di una fossa Imhoff, infine, non può mai venire immesso in un corso d'acqua superficiale, ma deve essere disperso nel sottosuolo a mezzo di pozzi assorbenti, subirrigazione, o percolato nel terreno a mezzo di subirrigazione con drenaggio (nei terreni impermeabili). La fossa deve essere sottoposta ad operazioni di pulizia periodica, quali estrazione dei fanghi e del materiale galleggiante, con periodicità almeno annuale (da una a quattro volte all'anno), al fine di garantire il corretto funzionamento.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 35 MANUFATTI E COMPONENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E CONGLOMERATO CEMENTIZIO PRECOMPRESSO

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione di componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a pié d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute D.M. 17 gennaio 2018, nonché nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sfornatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1972, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Il Progettista e il Direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a pié d'opera.

È responsabilità del progettista e del Direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del Direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza del Direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

ONERI A CARICO DELL'IMPRESA

L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, a fornire alla Direzione lavori tutta la documentazione attestante il progetto esecutivo in versione cantierabile dei manufatti prefabbricati da posarsi (elaborati grafici, relazione di calcolo, certificazioni etc.)

Prima dell'inizio dell'opera deve essere messa a disposizione dei responsabili del lavoro, degli operatori e degli organi di controllo il piano di lavoro sottoscritto dalle ditte interessate che descriva le modalità di esecuzione delle operazioni montaggio e la loro successione, le procedure di sicurezza da adottare nelle varie fasi di lavoro, fino al completamento dell'opera e la cronologia dell'intervento da parte delle diverse ditte interessate.

Il piano di sollevamento/varo, che è di esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere trasmesso al Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione ed alla Direzione lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Durante le operazioni si dovranno scrupolosamente osservare le norme di sicurezza, in accordo con il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Impresa prevede di utilizzare.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica. Si procederà quindi al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

L'Impresa sarà tenuta a presentare, in tempo utile all'approvazione della Direzione lavori, anche il dettaglio integrativo di cantierizzazione degli apparecchi di appoggio che dovrà indicare:

- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste;
- l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della prerogativa da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio;
- la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- l'indicazione delle modalità di posa in opera dell'apparecchio.

DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, da consegnare al Direttore dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi

ENRICO DUSI STUDIO

forniti con relativi contrassegni;

- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;

- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, il Direttore dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M..

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

TOLLERANZE

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del Direttore dei lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal Direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

35.1 LASTRE PREDALLES

Le lastre predalles precomprese sono composte da:

- una suola inferiore in cls di spessore variabile (4, 5, 6 cm) irrigidita con tralicci elettrosaldati incorporati nel getto di calcestruzzo parzialmente gettati ed armata con rete elettrosaldata. La precompressione è ottenuta mediante l'impiego nella suola inferiore di trefoli in acciaio armonico stabilizzato in pretensione;
- eventuale alleggerimento con pani di polistirolo di altezza variabile.

Sono prodotte in stabilimento con calcestruzzo vibrato del tipo C40/50 N/mm² con classe di esposizione XC1-XC2, secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 gennaio 2018, così come integrato con la circolare applicativa n.7 del 21 gennaio 2019. Devono essere in possesso delle seguenti caratteristiche tecniche:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C40/50 N/mm²,
- Acciaio armonico in trefoli stabilizzati f_{ptk} > 1860 N/mm²; f_p (1) > 1670 N/mm²,
- Acciaio ad aderenza migliorata per armatura lenta integrativa B450C.

Devono essere in possesso della marcatura CE, in conformità con la Direttiva 89/106/CE.

35.2 PRODOTTI PREFABBRICATI NON SOGGETTI A MARCATURA CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della Direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata,
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti occasionali, in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

35.3 APPOGGI

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in

ENRICO DUSI STUDIO

opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati. Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a 8 cm + $l/300$, essendo "l" la luce netta della trave.

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito. Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere forze orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

35.4 MONTAGGIO

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura

anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

35.5 REALIZZAZIONE DELLE UNIONI E DEI GIUNTI

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

Le unioni e i giunti devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento dei giunti.

35.6 CONTROLLO E ACCETTAZIONE

Per i controlli sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo è controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.8. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, ne prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

ENRICO DUSI STUDIO

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 36 MALTE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****36.1 MALTE**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte, ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà di volta in volta, ordinata dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma le malte per murature dovranno rispettare le composizioni previste per le varie classi dal D.M. 17 gennaio 2018, e precisamente:

Classe	Tipo di malta	Composizione					Resistenza alla compressione (N/mm ²)
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana	
M 2.5	Idraulica	-	-	1	3	-	2.5
M 2.5	Pozzolonica	-	1	-	-	3	2.5
M 2.5	Bastarda	1	-	2	9	-	2.5
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-	5
M8	Cementizia	2	-	1	8	-	8
M12	Cementizia	1	-	-	3	-	12

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

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

36.2 MALTE PRECONFEZIONATE

Malte in grado di garantire maggiori garanzie rispetto a quelle dosate manualmente spesso senza le attrezzature idonee. Risulta infatti spesso difficoltoso riuscire a dosare in maniera corretta le ricette cemento/additivi, inerti/cementi, il dosaggio di particolari inerti, rinforzanti, additivi.

Si potrà quindi ricorrere a malte con dosaggio controllato confezionate con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie vengano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati.

Tali malte sono in grado di garantire un'espansione controllata. Espansioni eccessive a causa di errori di miscelazione e formatura delle malte potrebbero causare seri problemi a murature o strutture degradate.

Anche utilizzando tali tipi di malte l'Appaltatore sarà sempre tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle stesse, su richiesta della D.L., a prelevare campioni rappresentativi per effettuare le prescritte prove ed analisi, che potranno essere ripetute durante il corso dei lavori od in sede di collaudo.

Le malte preconfezionate potranno essere usate per stuccature profonde, incollaggi, ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori previsti dal progetto, prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.

In ogni fase l'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso prescritte dalle ditte produttrici che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto. Dovrà altresì utilizzare tutte le apparecchiature più idonee per garantire ottima omogeneità all'impasto (miscelatori elicoidali, impastatrici, betoniere, ecc.) oltre a contenitori specifici di adatte dimensioni.

Dovrà inoltre attenersi a tutte le specifiche di applicazione e di utilizzo fornite dalle ditte produttrici nel caso dovesse operare in ambienti o con temperature e climi particolari.

Sarà in ogni modo consentito l'uso di malte premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da specifiche schede tecniche relative al tipo di prodotto, alle tecniche di preparazione e applicazione oltre che da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Nel caso in cui il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

36.3 MALTA ANTIRITIRO

Malta cementizia espansiva sia in fase plastica che in fase indurita tipo EMACO S55 o equivalente, per ancoraggi di precisione applicabile mediante collaggio anche qualora siano richieste elevate lunghezze di scorrimento, conforme alle norme specifiche in tema di malte espansive.

Caratteristiche:

- Bleeding, Assente
- Caratteristiche espansive
 - in fase plastica, $\geq > 0.3 \%$
 - contrastata UNI 8147 a 24 ore $> 0.03 \%$
- Adesione al calcestruzzo, UNI EN 12615 (per taglio) $> 6 \text{ MPa}$

ENRICO DUSI STUDIO

- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio, RILEM-CEB-FIP RC6-78 > 30 MPa
- Profondità media penetrazione dell'acqua, ISO EN 7031-94 < 5 mm (coeff.Darcy <10-10 m-s-1)
- Resistenza agli oli lubrificanti, bagno di olio per 60 gg a 40 °C: Nessun degrado
- Resistenza alla fatica, 2.000.000 cicli pulsanti tra 20 e 50 MPa: Nessun degrado
- Resistenza alle alte temperature, 400°C per 7 gg: Nessuna degrado
- Resistenza ai cicli termici (-20 - +5°C°), UNI 7087: Nessuna degrado
- Modulo elastico, UNI 6556: 28.000 (± 2.000) MPa)
- Resistenza a compressione, UNI EN 196-1: 1 g > 35 MPa, 7 gg > 65 MPa, 28 gg > 75 MPa
- Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196-1: 1 g > 6 MPa, 7 gg > 8 MPa, 28 gg > 9 MPa
- Resistenza ai solfati (15 cicli), ASTM C88: Nessun degrado

Compreso e compensato ogni onere per dare il lavoro finito a regola d'arte compresa la pulizia e la saturazione della superficie di supporto con acqua in pressione ed eventuali opere provvisorie poste a qualsiasi altezza ed elevazione necessarie per l'accesso al posto di lavoro e l'esecuzione.

36.4 MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA

Malta premiscelata tixotropica a ritiro controllato e a presa normale, a base cementizia e fibrorinforzata, anche per elevate prevalenze o lunghe distanze, preventivamente approvata dalla Direzione Lavori, tipo REPAR TIX di Azichem Srl o similare.

Le malte dovranno essere provviste di marcatura CE e conformi ai requisiti prestazionali richiesti di seguito riportati:

Assorbimento capillare (UNI EN 13057): 0.50 kg·h^{0.5}/m²

Contenuto di cloruri (UNI EN 1015-17): <0.01 %

Determinazione della compatibilità termica (UNI EN 13687-1): 1.6 mPa

Impermeabilità Darcy: 1 x 10 E-10 cm/s

Legame di aderenza (UNI EN 1015-12): > 2 N/mm²

Massa volumica (UNI EN 1015-6): 2170 kg/m³

Modulo elastico (EN 13142): > 21000 N/mm²

pH: > 12.5 _

Rapporto acqua/leganti: 0.38 _

Reazione al fuoco (EN 13501-1): A1 _

Resistenza a compressione (UNI EN 12190): > 60 N/mm²

Resistenza a flessione (UNI EN 196/1): > 6.5 N/mm²

Resistenza alla carbonatazione UNI EN 13295): 1.5 mm

Resistenza allo slittamento (UNI EN 13036-4): 51 mm

Si individuano inoltre:

- **per rasature superficiali localizzate:**
la malta, oltre a rispettare le caratteristiche prestazionali obbligatorie previste per i prodotti di riparazione strutturale di classe **R2** in condizioni PCC secondo la norma EN 1504-3, dovrà soddisfare i seguenti requisiti aggiuntivi:
 - Resistenza a compressione: ≥25 MPa (a 28 gg) EN 12190,
 - Modulo elastico a compressione: 11 ± 2 GPa EN 134120,
 - Resistenza a trazione per flessione: ≥ 6 MPa (a 28 gg) EN 196/1,
 - Resistenza alla fessurazione: Nessuna fessura dopo 180 gg O-ring test,
 - Impermeabilità all'acqua: ≤ 5 mm UNI EN 12390-8,
- **per ripristini superficiali localizzati con spessori fino a 3 cm:**
la malta del tipo Planitop 430 della Mapei o similare, oltre a rispettare le caratteristiche prestazionali obbligatorie previste per i prodotti di riparazione strutturale di classe **R3** secondo la norma EN 1504-3, dovrà soddisfare i seguenti requisiti aggiuntivi:
 - Resistenza a compressione: ≥30 MPa (a 28 gg) EN 12190,
 - Modulo elastico a compressione: 20 ± 2 GPa EN 134120,
 - Resistenza a trazione per flessione: ≥7 MPa (a 28 gg) EN 196/1,
 - Resistenza alla fessurazione: Nessuna fessura dopo 180 gg O-ring test,
 - Impermeabilità all'acqua: ≤ 5 mm UNI EN 12390-8,
- **per ripristini con spessori fino a 5 cm e/o estesi a tutta la superficie dell'elemento strutturale:**
la malta del tipo Mapegrout EasyFlow o della Mapei o similare, oltre a rispettare le caratteristiche prestazionali obbligatorie previste per i prodotti di riparazione strutturale di classe **R4** secondo la norma EN 1504-3, dovrà soddisfare i seguenti requisiti aggiuntivi:
 - Resistenza a compressione (EN 12190) (MPa): > 60 (a 28 gg),
 - Classe di esposizione ambientale: XS3,
 - Resistenza a flessione (EN 196/1) (MPa): > 8 (a 28 gg),
 - Modulo elastico a compressione (EN 13412) (GPa): 27 (a 28 gg),
 - Adesione al supporto (EN 1542) (MPa): > 2 (a 28 gg),
 - Espansione contrastata (UNI 8147 - Metodo A) (µm/m): 400 (a 1 g),
 - Resistenza alla fessurazione ("O Ring Test"): nessuna fessura dopo 180 gg,
 - Resistenza alla carbonatazione accelerata (EN 13295): minore del calcestruzzo di riferimento,
 - Impermeabilità all'acqua – profondità di penetrazione - (EN 12390/8) (mm): < 5,
 - Assorbimento capillare (EN 13057) (kg/m²·h^{0.5}): < 0,25,

ENRICO DUSI STUDIO

- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio (RILEM-CEB-FIP RC6-78) - tensione di adesione (MPa): >25,
- cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti (EN 13687/1): > 2 (dopo 50 cicli),
- cicli temporaleschi (EN 13687/2): > 2 (dopo 30 cicli),
- cicli termici a secco (EN 13687/4): > 2 (dopo 30 cicli),
- Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse): A1.

Per ridurre sia il ritiro plastico sia il ritiro idraulico, la malta può essere miscelata con un additivo stagionante con un dosaggio pari allo 0,25% del peso della malta, tipo Mapecure SRA della MAPEI S.p.A. o similare.

36.5 MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA COLABILE

Malta cementizia a ritiro compensato ad alta resistenza rinforzata con fibre sintetiche, tipo Mapegrout Colabile della Mapei o equivalente, per ancoraggi di precisione applicabile mediante collaggio anche qualora siano richieste elevate lunghezze di scorrimento o notevoli spessori, conforme ai principi definiti nella EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 ("Riparazione strutturale e non strutturale") per le malte strutturali di classe R4.

L'utilizzo è indicato anche per il risanamento strutturale del calcestruzzo in piccoli spessori e/o in condizioni di difficile esecuzione.

Le malte dovranno essere provviste di marcatura CE e conformi ai requisiti prestazionali richiesti di seguito riportati:

DATI APPLICATIVI DEL PRODOTTO (a +20°C - 50% U.R.)	
Colore dell'impasto:	grigio
Rapporto dell'impasto:	100 parti di Mapegrout Colabile con 13-14 parti di acqua (circa 3,25-3,5 l di acqua per ogni sacco da 25 kg) e 0,25% di Mapecure SRA (1 fiala da 0,25 kg ogni 4 sacchi di Mapegrout Colabile)
Consistenza dell'impasto:	fluida
Valore di scorrimento della malta secondo EN 13395/2 (cm):	> 45
Massa volumica dell'impasto (kg/m³):	2.350
pH dell'impasto:	> 12,5
Temperatura di applicazione permessa:	da +5°C a +35°C
Durata dell'impasto:	circa 1 h

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO	
Classe di appartenenza secondo EN 1504-3:	R4
Tipologia:	CC
Consistenza:	polvere
Colore:	grigio
Dimensione massima dell'aggregato (mm):	2,5
Massa volumica apparente (kg/m³):	1.300
Residuo solido (%):	100
Contenuto ioni cloruro: - requisito minimo $\leq 0,05\%$ - secondo EN 1015-17 (%):	$\leq 0,05$

ENRICO DUSI STUDIO

PRESTAZIONI FINALI (acqua d'impasto 13%)			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 1504-3 per malte di classe R4	Prestazione prodotto
Resistenza a compressione (MPa):	EN 12190	≥ 45 (dopo 28 gg)	> 30 (dopo 1 g) > 60 (dopo 7 gg) > 75 (dopo 28 gg)
Resistenza a flessione (MPa):	EN 196/1	non richiesto	6 (dopo 1 g) 10 (dopo 7 gg) 12 (dopo 28 gg)
Modulo elastico a compressione (GPa):	EN 13412	≥ 20 (dopo 28 gg)	27 (dopo 28 gg)
Adesione su calcestruzzo (supporto di tipo MC 0,40 - rapporto a/c = 0,40) secondo EN 1766 (MPa):	EN 1542	≥ 2 (dopo 28 gg)	> 2 (dopo 28 gg)
Espansione contrastata all'aria (µm/m):	UNI 8147 mod.	non richiesto	> 400 dopo 1 g (*)
Prova di inarcamento:	//	non richiesto	convesso (*)
Resistenza alla fessurazione:	"O Ring Test"	non richiesto	nessuna fessura dopo 180 gg (*)
Resistenza alla carbonatazione accelerata:	EN 13295	profondità di carbonatazione ≤ del calcestruzzo di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c = 0,45) secondo UNI 1766	specificata superata
Impermeabilità all'acqua - profondità di penetrazione - (mm):	EN 12390/8	non richiesto	< 5
Assorbimento capillare (kg/m ² ·h ^{0,5}):	EN 13057	≤ 0,5	< 0,08
Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio - tensione di adesione (MPa):	RILEM-CEB-FIP RC6-78	non richiesto	> 25
Compatibilità termica misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa): - cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti: - cicli temporaleschi: - cicli termici a secco:	EN 13687/1 EN 13687/2 EN 13687/4	≥ 2 (dopo 50 cicli) ≥ 2 (dopo 30 cicli) ≥ 2 (dopo 30 cicli)	> 2 > 2 > 2
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	Euroclasse	A1

(*) Prestazioni ottenibili con l'aggiunta dello 0,25% di **Mapepure SRA**

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

36.6 APPLICAZIONE MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA

Le superfici su cui saranno applicate dovranno essere opportunamente predisposte secondo quanto prescritto dal produttore.

Una volta indurita, la malta dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- notevoli proprietà di adesione,
- elevate resistenze sia meccaniche sia chimiche,
- rapido sviluppo delle proprietà meccaniche.

La malta dovrà in ogni modo assicurare:

- ottima capacità d'indurimento anche a basse temperature,
- sufficiente adesione anche in presenza di umidità,
- assorbimento capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto,
- tempi di lavorabilità sufficienti anche in periodo estivo.

Essendo numerose le possibilità di applicazione, occorrerà variare la fluidità, conformemente alle prescrizioni di progetto, in funzione della natura dei materiali, della loro porosità e delle finalità della lavorazione.

Resta tassativamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità d'indurente in quanto l'appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del produttore.

L'applicazione, poiché sia la temperatura sia il tasso di umidità influenzano negativamente la reazione fra la resina e l'indurente e quindi la qualità dell'intervento, dovrà essere eseguita quando le condizioni atmosferiche lo consentano. I risultati migliori si otterranno lavorando con temperature non inferiori ai 15°C e con umidità reattiva del 50-60%. Temperature più basse o forte umidità potrebbero provocare, impiegando alcuni tipi d'indurente, tempi di presa più lunghi ed un indurimento irregolare e difettoso.

La temperatura dell'ambiente non deve inoltre superare 24°C, pur adottando le percentuali massime di prodotto stagionante e riduttore del ritiro idraulico. In caso di temperature diurne maggiori, le operazioni di ricostruzione devono essere eseguite di notte, a temperature inferiori a 24°C. Ulteriori indispensabili accorgimenti da assumere in condizioni termiche elevate sono:

- a) saturazione del supporto con acqua nebulizzata sino 2 ore dalla ricostruzione,
- b) variazione del riduttore del ritiro idraulico sino alla quantità massima dello 0,5% indicata nella scheda, o consigliata dal produttore,
- c) limitazione degli spessori ricostruiti "fresco su fresco",
- d) protezione delle malte dall'esposizione diretta al sole,
- e) maturazione ad umido con acqua nebulizzata dopo 4 ore dalla ricostruzione, con intervalli di applicazione.

In generale, l'appaltatore sarà tenuto, rispettando le precauzioni consigliate dal produttore, a fornire agli operai gli indumenti adatti (guanti, visiere, ecc.) onde evitare non solo ogni contatto con la pelle e con gli occhi ma, anche, le esalazioni della miscela o dei singoli componenti. Sarà, quindi, obbligato a far preparare e maneggiare il composto all'aperto o in luoghi ventilati e a fare osservare le norme di sicurezza.

ENRICO DUSI STUDIO

Al momento dell'applicazione delle malte ogni venuta di acqua alla parete deve essere stata eliminata.

L'applicazione avverrà con la seguente sequenza e prescrizioni:

- apposizione di chiari riferimenti atti ad eseguire la ricostruzione negli spessori di progetto, ad es. dime per garantire la corretta ricostruzione fino allo spessore richiesto,
- applicazione della malta tissotropica a spruzzo per lo spessore necessario; la malta verrà additivata con prodotto riduttore del ritiro in ragione del 0,25%,
- il getto di ogni strato deve essere energicamente pressato, quindi trattato superficialmente con spatola dentata,
- le riprese di getto devono essere rastremate e non ortogonali alla parete; su di esse va applicato, in caso di eccessivo intervallo di tempo fra le successive mani, di un "aggrappante", solo a richiesta della D.L.,
- si eviti che le riprese di getto della malta coincidano con le riprese di getto costruttive,
- le riprese di getto degli strati non devono sovrapporsi, bensì distanziarsi di almeno 2 metri,
- gli strati vanno completati nella singola giornata di lavoro, salvo controindicazioni per eccessivo spessore e/o alte temperature ambientali: nel caso si preveda minore estensione del primo strato, ma garantendo il completamento di entrambi nella giornata,
- la superficie finale va lisciata con staggia prima dell'inizio presa ed eventualmente rifinita a frattazzatrice elettrica in modo da ottenere una superficie finale liscia, comunque idonea per la successiva applicazione della malta impermeabile; l'impiego della frattazzatrice deve essere successiva di almeno 20 minuti rispetto l'applicazione della malta, per migliorare l'efficienza,
- la maturazione della ricostruzione deve essere facilitata con doccia d'acqua dall'alto, continua per almeno 24 ore.

Qualora lo spessore da riportare risulti superiore a 5 cm si dovrà effettuare l'intervento in più mani e prevedere il posizionamento di una rete elettrosaldata per garantire un adeguato contrasto all'espansione della malta.

L'aggiunta di ghiaietto opportunamente selezionato e lavato del diametro massimo di 6-8 mm nella misura del 30-40% sul peso della malta potrà permettere il raggiungimento di spessori fino a 10 cm, previa approvazione della Direzione Lavori.

Prima della posa in opera della malta le superfici ottenute dopo la asportazione del calcestruzzo ammalorato dovranno essere bagnate a "rifiuto" in modo da ottenere un sottofondo saturo, ma privo di acqua liquida in superficie.

La posa in opera dovrà avvenire mediante applicazione a spruzzo, con idonee pompe, oppure a cazzuola. La finitura superficiale e soprattutto la creazione degli spigoli dovrà essere accuratamente eseguita a frattazzo.

Una volta eseguita la posa in opera e la finitura delle superfici, le stesse dovranno essere mantenute umide per almeno 24 ore.

36.7 APPLICAZIONE MALTA ANTIRITIRO FIBRORINFORZATA COLABILE

Preparazione del sottofondo

- Rimuovere il calcestruzzo deteriorato ed in fase di distacco, fino ad arrivare al sottofondo solido, resistente e ruvido. Eventuali precedenti interventi di ripristino che non risultino perfettamente aderenti devono essere rimossi.
- Pulire il calcestruzzo ed i ferri da polvere, ruggine, lattime di cemento, grassi, oli, vernici o pitture precedentemente applicate, mediante sabbiatura.
- Bagnare a saturazione con acqua il sottofondo.
- Prima di gettare attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso; per facilitare l'eliminazione dell'acqua libera, utilizzare, se necessario, aria compressa.

Applicazione della malta

Versare nelle casseforme, avendo cura di favorire la fuoriuscita dell'aria.

Le casserature non devono sottrarre acqua alla malta; si consiglia quindi di trattarle con disarmante.

Non è necessario sottoporre il getto a vibrazioni meccaniche.

Verificare il completo riempimento delle parti ed eventualmente, per facilitare il passaggio della malta in zone particolarmente difficili, aiutarsi con listelli di legno o tondini di ferro.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 37 RIPRISTINO E PROTEZIONE DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

I materiali speciali occorrenti per l'esecuzione del ripristino e della protezione delle opere del presente lavoro dovranno essere della migliore qualità.

L'impresa dovrà dichiarare prima dell'inizio lavori con quali tipi di prodotti e relative marche ritiene più opportuno operare i vari tipi di intervento; non è consentito operare parte di un intervento con prodotti di una marca e altre parti dello stesso intervento con prodotti di marca diversa, salvo deroghe scritte da parte della Direzione Lavori o della Committenza e sempre che sia dimostrato che i vari prodotti di marche diverse siano compatibili; la compatibilità dovrà essere dimostrata mediante analisi chimiche - fisiche da eseguirsi da parte di un laboratorio regolarmente riconosciuto a norma di legge.

Prima dell'inizio dei lavori dovranno essere fornite le schede tecniche relative ai prodotti che l'Impresa ritiene più idonei per il ripristino e/o la protezione; in dette schede dovranno essere riportate almeno le caratteristiche meccaniche, la tipologia dei componenti, gli intervalli dei tempi di applicazione e le temperature entro cui tali prodotti debbano essere posti in opera e dovranno essere riportati i certificati di prova.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI****37.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DEI CALCESTRUZZI E DELLE ARMATURE METALLICHE**

Condizione comune a tutti gli interventi di ripristino e/o protezione è che la preparazione delle superfici del calcestruzzo e delle barre di acciaio sia eseguita molto accuratamente onde ottenere risultati positivi.

Le operazioni necessarie per la preparazione delle superfici del calcestruzzo e delle armature metalliche sono:

- a) battitura con mazzetta da muratore e con picchetto al fine di individuare le porzioni di conglomerato disaggregate, distaccate o in fase di distacco; l'intervento va eseguito sulla totalità delle superfici in calcestruzzo per mettere in luce la totalità delle situazioni di degrado non riscontrabili dall'esterno senza per altro compromettere le parti sane;
- b) eliminazione di olii o grassi eventualmente presenti al fine di far avvenire l'incollaggio con i materiali di apporto da porsi in opera successivamente;
- c) lavaggio e idropulizia ad alta pressione mediante acqua (150-200 Atm) per eliminare polveri, muschi, per la rimozione di depositi del particolato atmosferico, dei depositi incoerenti ed efflorescenze;
- d) spazzolatura atta all'eliminazione di tutte le parti sfarinanti; la spazzolatura va eseguita con attrezzi dotati di setole dure ed eseguita con particolare cura all'interno dei vuoti lasciati da elementi distaccati, all'intero delle cavità ed in corrispondenza dei ferri affioranti o messi in luce;
- e) eliminazione del calcestruzzo ammalorato fino a raggiungere la parte sana, mediante scalpellatura e/o idrodemolizione;

Qualunque sia la tecnica impiegata per la preparazione delle superfici dovrà essere garantito:

- 1) di non lesionare le armature esistenti incorporate nel calcestruzzo;
- 2) di non indurre urti o vibrazioni sulle strutture da ripristinare ed in quelle circostanti alla zona in cui si opera l'intervento;
- 3) di non danneggiare il calcestruzzo che rimane in loco a seguito dell'asportazione di quello deteriorato.

Le superfici così preparate dovranno essere tali da garantire un sicuro aggrappo al materiale di riporto che sarà successivamente posto in opera per il ripristino e/o per la protezione della struttura stessa.

Si fa presente che non dovranno essere usate sostanze chimiche per la preparazione delle superfici da trattare siano esse di calcestruzzo o acciaio.

37.2 SABBIAURA DI ARMATURE

Le armature messe a nudo dopo la scarifica, idroscarifica e/o demolizione dei calcestruzzi nei diversi elementi dell'opera dovranno ricevere, soprattutto se rimasti esposti agli agenti atmosferici per lungo tempo, una accurata sabbatura a secco sino ad ottenere la completa asportazione dell'ossidazione delle armature e ritrovare la superficie integra dell'acciaio stesso (nel caso che le armature dovessero risultare altamente deteriorate dovranno essere integrate con nuova armatura). La superficie del calcestruzzo dovrà risultare esente da parti in distacco e ruvida. Le barre d'armatura dovranno risultare completamente pulite, prive della ruggine eventualmente presente, con superficie portata a metallo bianco (grado SA 2,5 secondo la specifica SSPC-SP/10/63).

La sabbatura dovrà essere condotta con tutte le precauzioni onde evitare danni alle strutture, ai mezzi d'opera, al personale, ed alla adiacente circolazione stradale.

37.3 RICOSTRUZIONE DI ARMATURE

Tutte le armature eliminate a causa dello spinto ammaloramento evidenziatosi saranno ripristinate con armature in barre in acciaio del tipo B450C ad aderenza migliorata di almeno pari diametro e equivalenti caratteristiche meccaniche per lunghezze superiori di 10 cm: tali prolunghe andranno in sovrapposizione con le porzioni di barra rimasta in opera, eseguendo la giunzione a mezzo di saldatura.

In alternativa potranno impiegarsi maglie metalliche di diametro e maglia tale da garantire una equivalenza con il ferro eliminato.

Barre e maglie d'armatura dovranno essere solidarizzate sia alla armatura residuale, mediante saldature, sia al supporto in calcestruzzo, mediante perni di aggancio.

Spessore e lunghezza di saldatura devono essere in grado di garantire la trasmissione dello sforzo assiale massimo sopportabile dalla barra di armatura interessata.

In alternativa alla saldatura, le nuove barre dovranno essere sovrapposte alle esistenti per una lunghezza pari ad almeno 60 volte il diame-

ENRICO DUSI STUDIO

tro delle stese.

37.4 PASSIVAZIONE E RIPRISTINO DELLE ARMATURE METALLICHE

È previsto il ripristino delle sezioni di acciaio che presentano soluzioni di discontinuità quali fratture e/o forti diminuzioni di spessori dovuti a degradazione mediante saldatura di barre in acciaio del tipo B450C ad aderenza migliorata di almeno pari diametro e equivalenti caratteristiche meccaniche, in sovrapposizione con le porzioni di barra rimasta in opera per lunghezze superiori di 10 cm. In alternativa alla saldatura, le nuove barre dovranno essere sovrapposte alle esistenti per una lunghezza pari ad almeno 60 volte il diametro delle stese.

Tutte le armature saranno successivamente trattate mediante applicazione di malta cementizia anticorrosiva, monocomponente, a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione, tipo Mapefer 1K della MAPEI S.p.A. o similare (o tipo Sika "Monotop 610" o "SikaTop 108 Armatec", secondo le specifiche del prodotto)

Dovrà essere applicata a pennello in due mani avendo cura di coprire totalmente e in modo omogeneo la superficie del ferro per uno spessore totale delle due mani non inferiore ai 2 mm. L'applicazione della prima mano dovrà essere eseguita fino a raggiungere uno spessore di 1 mm per tutta la lunghezza della barra, la seconda mano potrà essere applicata, in condizioni ambientali normali, dopo circa 2 ore dall'applicazione della prima mano o il giorno successivo, preferibilmente entro le 24 ore, in funzione dell'organizzazione del cantiere.

Durante l'operazione si sporcherà inevitabilmente anche il calcestruzzo circostante i ferri di armatura, ciò non deve pregiudicare e alterare l'aderenza delle malte da ripristino che saranno utilizzate successivamente.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-7 e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- pH: > 12,
- Adesione al supporto (EN 1542) (MPa): ≥ 2 ,
- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio (EN 15184): specifica superata,
- Resistenza alla corrosione (EN 15183): specifica superata,
- Tempo di attesa prima di applicare la malta da ripristino: 6-24 h (a +20°C).

37.5 INCOLLAGGIO DELLE BARRE DI ACCIAIO AL CALCESTRUZZO

Una volta preparate le superfici del calcestruzzo e dell'acciaio si procederà ove necessita al loro mutuo incollaggio mediante adesivo epossidico a rapida presa. Onde garantire il perfetto incollaggio in fase provvisoriale saranno posti in opera delle viti laterali alle barre ancorate nel calcestruzzo con tasselli ad espansione che mediante una fascetta metallica copriranno eserciti una mutua forte pressione tra la barra di acciaio ed il calcestruzzo tra i quali è stato posto in opera preventivamente lo stucco di incollaggio (un ancoraggio ogni 30 cm circa). Il prodotto è a rapido indurimento, a due componenti (base e catalizzatore) da miscelare al momento dell'impiego.

Lo stucco sarà applicato a spatola in spessori da 1-2 mm sulle superfici di calcestruzzo. Detto prodotto deve essere conservato a temperatura inferiore a 25 gradi C; non dovrà essere applicato quando la temperatura sia al di sotto di 5 gradi C e in ogni caso secondo le prescrizioni riportate nelle schede tecniche del prodotto.

37.6 CONSOLIDAMENTO CALCESTRUZZI INCOERENTI PER MANCANZA DI LEGANTI

Quando le azioni disagregatrici abbiano avuto come effetto principale quello di asportare la pasta di cemento (legante) del conglomerato la struttura si presenta porosa e friabile.

Al fine di ripristinare le caratteristiche di consistenza e compattezza del calcestruzzo necessita l'introduzione di un materiale consolidante, da usare come primer, che ricrei i legami tridimensionali mancanti senza per altro realizzare un semplice strato superficiale compatto ma bensì una struttura omogenea che presenti le essenziali caratteristiche di traspirazione del materiale originario e che aumenti l'aderenza tra il supporto e lo strato di ripristino.

Le risultanze di tale intervento saranno verificate mediante il prelievo di carote da analizzarsi sia visivamente che con prove di laboratorio quali prova di trazione UNI 6135-72 od INTERNATIONAL STANDARD ISO 4108 ed eventuali successive.

Il materiale da impiegarsi è un consolidante a base di resine epossidiche con induritore alifatico propriamente idoneo per l'incollaggio di malte cementizie al calcestruzzo stagionato.

Il prodotto dovrà essere dotato di lunga lavorabilità, sarà a due componenti da miscelare accuratamente al momento dell'uso, sarà applicato a pennello, spruzzo airless in più mani a seconda dello strato di disagregazione del supporto.

Esso dovrà essere applicato su superfici asciutte a temperatura non inferiore a + 5°C e comunque secondo quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

37.7 RICOSTITUZIONE DEL COPRIFERRO E RIPRISTINO VOLUMETRICO

37.7.a Generalità

Le ricostituzioni del copriferro e i ripristini volumetrici saranno effettuati o con prodotti epossidici o con malte cementizie additate con resine sintetiche, a seconda dello spessore del copriferro da ripristinare.

Prima dell'applicazione dei prodotti a base cementizia additivati con resine sintetiche è necessario applicare sulla superficie una mano di primer (mano di raccordo) che aumenti l'aderenza tra il supporto e lo strato di ripristino. Il prodotto da utilizzare deve essere a base di resina epossidica fluida con induritore alifatico propriamente idoneo per l'incollaggio di malte cementizie al calcestruzzo stagionato, esso inoltre dovrà essere dotato di lunga lavorabilità, fornito in due componenti (base e catalizzatore) che dovranno essere miscelati all'atto

dell'uso nell'esatto rapporto stechiometrico indicato nelle istruzioni della Ditta produttrice.

Dovrà essere messo in opera a pennello ed è necessario che trascorran almeno 40 minuti prima di procedere all'applicazione del successivo strato di ripristino.

37.7.b Ripristino superficiale per spessori di apporto variabile da 10-20 mm e ripristino volumetrico di spessori forti.

Per spessori variabili da 10 a 20 mm. si userà una malta pronta autoportante a ritiro compensato a base di cementi ad alta resistenza, resine sintetiche e aggregati silicei.

Si tratta in ogni caso di un prodotto monocomponente composto, di inerti selezionati, leganti cementizi modificati con l'aggiunta di polimeri sintetici in emulsione ed opportuni additivi. I polimeri di elevata elasticità e con particelle di dimensioni sensibilmente inferiori

ENRICO DUSI STUDIO

a quelle dei granuli del cemento, interagiscono con gli stessi migliorando ed aumentando la coesione del sistema; inoltre ramificandosi nel sottofondo conferiscono allo strato di riporto caratteristiche di adesione.

Si indicano i seguenti prodotti, da utilizzare in base a quanto indicato dalla D.L.:

- malta pronta adesiva monocomponente tixotropica a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica tipo Sika Monotop 621 o equivalente (Caratteristiche tecniche: p.s. della miscela 1,7-1,85 kg/l, resistenza a compressione a 28 gg > 20 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg > 5 N/mm²),
- malta cementizia monocomponente a ritiro controllato tipo "Sika Monotop 622 Evolution" o "Sika Monotop 622" o equivalente (malta monocomponente a ritiro controllato a base di leganti cementizi modificati con polimeri sintetici e silice fume, contenenti microfibre sintetiche per il controllo del ritiro e additivi riduttori dell'acqua; caratteristiche tecniche: p.s. di impasto 2,0 kg/l, resistenza a compressione a 28 gg 40 N/mm², adesione al cls per trazione > 1,5 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 7 N/mm²).

Il prodotto dovrà essere fornito completamente predosato cui andrà aggiunta l'acqua secondo quanto previsto nelle schede tecniche. La miscelazione va eseguita meccanicamente solo con strumenti a bassa velocità di rotazione, onde evitare ogni inclusione di aria.

Prima di porre in opera l'impasto lo si lascia maturare per alcuni minuti onde evitare che le sue caratteristiche meccaniche possano diminuire a seguito di un principio di separazione di fase, il quale si manifesterebbe con andamento variegato della superficie (marezzatura).

Procedere alla bagnatura a rifiuto del sottofondo con acqua-

Al fine di ottenere la migliore adesione possibile della malta allo strato di base da ripristinare, si preleverà dall'impasto una piccola porzione, eventualmente ammorbidente con una piccola quantità d'acqua, e si impregnerà la superficie di adesione con una cazzuola esercitando forte pressione.

L'applicazione della malta sopra descritta dovrà essere effettuata immediatamente dopo l'applicazione del sopra citato strato, prima che essa abbia modo di essiccarsi superficialmente.

L'applicazione della malta si farà direttamente a cazzuola o con frattazzo metallico, esercitando una buona pressione e compattazione sul fondo.

Per la realizzazione di spigoli sarà opportuno usare una tavola od altri mezzi di contrasto sul lato.

Lo spessore massimo riportabile direttamente in un singolo strato sarà di 20 mm, spessori superiori saranno realizzati in più strati.

Si dovrà ottenere una finitura superficiale liscia mediante un frattazzo di spugna, da passare alcuni minuti (5-10) dopo l'applicazione della malta stessa.

Dopo la succitata l'applicazione sarà assolutamente necessario mantenere umida la superficie della malta stessa per alcune ore (12-20 ore) onde evitare la formazione di fessure e microfessure dovute alla istantanea evaporazione dell'acqua di impasto per azioni del sole e delle correnti d'aria.

La suddetta umidificazione della malta sarà ottenuta mediante l'applicazione di teli di plastica o teli di juta bagnati, oppure mediante bagnatura con acqua nebulizzata.

Nel caso si dovessero eseguire dei ripristini volumetrici di cavità aventi grosse profondità (superiori a 50-60 mm) si potrà, dopo avere preparato la superficie e dopo averla ricoperta con uno strato di resina epossidica fluida con induritore elfatico per l'incollaggio di malte cementizie al calcestruzzo stagionato, si procederà al successivo getto di calcestruzzo di ottime qualità previa cassatura ove necessaria.

37.7.c Ripristino superficiale per spessori di apporto non superiore a 10 mm e riparazione delle microfratture

Il ripristino superficiale di spessori di apporto inferiori a mm 10, come pure delle microfratture viene eseguito di norma con preparati a base di resine epossidiche le cui caratteristiche saranno le seguenti:

- reagirà a temperatura ambiente con tutta una serie di prodotti chimici (poliammine, poliammidi e loro derivati formulati) trasformandosi in un materiale solido, tenace di elevate caratteristiche chimico-fisiche;
- dovrà avere elevate proprietà meccaniche, di resistenza all'aggressione chimica ed elettrica.
- sarà un preparato a due componenti separati che dovranno essere miscelati solo prima dell'impiego.

La reazione può avvenire solo se tra i due componenti esiste un preciso e ben determinato rapporto stechiometrico in peso od in volume.

Si dovrà porre molta attenzione nella determinazione delle dosi di miscelazione, attenendosi a quanto riportato nelle istruzioni al fine di non pregiudicare in modo irreparabile la riuscita del ripristino.

Il prodotto potrà essere caricato con inerti (filler, sabbie, polveri di minerale) e pigmenti in modo da completare le caratteristiche proprie del prodotto stesso.

Si potrà pertanto realizzare una malta caricando con inerti di diversa granulometria variabile da 3-4 mm (grosso) fino a 0,1-0,5 mm (molto fine).

La malta sintetica di cui sopra di norma verrà utilizzata per il ripristino superficiale-dimensionale di manufatti di calcestruzzo per spessori di apporto non superiori a 10 mm.

Se il prodotto sopra descritto verrà caricato con filler molto fine si otterrà uno stucco sintetico che verrà utilizzato nella sigillatura superficiale rigida di macrofessure e ripristini dimensionali di piccolo spessore (1-4 mm) delle superfici di calcestruzzo.

L'applicazione sia della malta che dello stucco dovrà avvenire quando le superfici saranno completamente asciutte.

La messa in opera della malta e dello stucco dovrà essere effettuato con la spatola ed il frattazzo americano dentellato o no e si dovrà evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

37.8 RIPRISTINO DI FESSURAZIONI MEDIANTE INIEZIONI DI RESINE

Per ripristinare le fessurazioni di natura e consistenza diverse da quelle descritte si procederà con la metodologia delle "iniezioni di resine a bassa pressione".

Le modalità esecutive saranno le seguenti:

- Posizionamento degli iniettori costituiti da tubicini di rame aventi un interasse medio variabile dai 15-20 cm con conseguente fissaggio alla struttura con adesivo strutturale epossidico a rapida presa;
- chiusura mediante stuccatura di tutta la lunghezza della fessurazione sempre con lo stucco epossidico usato al precedente punto 1);
- iniezioni a bassa pressione, 0,3-0,4 bar, di adesivo strutturale ad alta resistenza a base di resine epossidiche ed induritori amminici alifatici, partendo dall'iniettore posto più in basso sino a che il materiale fuoriesca dal tubicino posto immediatamente sopra. Dopo di che si procederà alla chiusura del tubicino da cui è stata effettuata la prima iniezione per raccordarsi a quello immediatamente superiore e così di seguito fino a saturazione di tutta la fessurazione (in ogni caso si dovrà ottenere alle prescrizioni riportate nelle schede tecniche del prodotto);

ENRICO DUSI STUDIO

- trascorse almeno 24 ore si procederà al taglio degli iniettori precedentemente posti in opera.

37.9 PROTEZIONE DEI CALCESTRUZZI RISANATI

Agli interventi di ripristino del calcestruzzo ammalorato si fanno seguire gli interventi di protezione. Tali interventi prevedono sia l'applicazione di un inibitore di corrosione sia la verniciatura protettiva a base di copolimeri clorovinilici per calcestruzzi.

Tali procedimenti di protezione risultano necessari al fine di evitare che le parti ripristinate non siano più facilmente aggredibili dagli agenti esterni siano essi di natura chimica, fisica o meccanica; infatti se alcune parti del calcestruzzo sono state degradate e ammalorate è presumibile che tale fenomeno si manifesti nuovamente sulle parti ripristinate.

Le superfici del calcestruzzo da proteggere debbono essere preparate mediante rimozione del prodotto antieaporante precedentemente applicato mediante bocciardatura o sabbiatura. Devono inoltre essere pulite da ogni impurità mediante idrolavaggio prima dell'applicazione dell'impermeabilizzante.

L'applicazione dell'inibitore di corrosione prevede:

- preparazione del fondo: esecuzione di un ciclo di ripristino corticale, pulitura del sottofondo da ogni impurità, polvere, olii, efflorescenze e verniciature preesistenti mediante l'utilizzo di idropulitrice a pressione;
- applicazione di impregnante incolore a base acquosa, traspirante al passaggio del vapore, ma impermeabile all'acqua e all'anidride carbonica, con caratteristiche di inibizione di corrosione tipo "Sika FerroGard 903" o equivalente. Il trattamento protettivo verrà applicato sul sottofondo pulito ed asciutto, dopo il ciclo di ripristino e prima dello strato di verniciatura finale, mediante pennello, rullo o spruzzo airless in 2 o più mani;

37.10 TINTEGGIATURA DEI CALCESTRUZZI RISANATI

37.10.a Verniciatura protettiva a base di copolimeri clorovinilici

La verniciatura finale da applicarsi a stagionatura avvenuta, quando non sussistono fenomeni di abrasione, sarà effettuata su fondo asciutto mediante una vernice a base di copolimeri clorovinilici modificati con resine acriliche, tipo "Sikagard 550W Elastic" o equivalente, previa applicazione di fondo a base di resine acriliche micronizzate in dispersione acquosa. La tinteggiatura inoltre dovrà essere preceduta da una conveniente e accuratissima preparazione del supporto che dovrà essere pulito, privo di polvere, grassi, olii, vernici, efflorescenze saline e muschio; eventuali buchi ed irregolarità devono essere preventivamente regolarizzate con malte speciali tipo "SikaTop" o "Sika MonoTop" o similare.

La pittura, dopo il completo asciugamento, dovrà formare un rivestimento elastico con le seguenti caratteristiche:

- ottima resistenza agli agenti atmosferici (CO₂ e SO₂), all'umidità ed al salmastro, anche in atmosfere industriali;
- resiste all'attacco delle muffe e all'inquinamento batterico;
- applicazione scorrevole anche su superfici assorbenti;
- resiste alle macchie e si lava con detersivi, soluzioni alcaline, alcool e benzina;
- idrorepellente, impermeabile all'acqua, protettivo rispetto alla carbonatazione del cemento;
- omogenea microporosità del film per favorire la traspirazione del vapore acqueo;
- durevole elasticità nel tempo e trascurabile invecchiamento;
- applicabile a partire da 0°C anche con forte umidità atmosferica;
- temperature di esercizio: da - 35°C a + 90°C (in aria).

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi PI, MC e IR, per la protezione del calcestruzzo e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- Massa volumica (EN ISO 2811-1) (g/cm³): 1,37 ca.,
- Residue secco (EN ISO 3251) (%): circa 63,
- Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542 (N/mm²): ≥0,8,
- Permeabilità dell'anidride carbonica (CO₂) (EN 1062-6) – diffusione in spessore di aria equivalente relativa a 250 µm di rivestimento secco S DCO₂(m): S D= 318 µ = 1.272.581,
- Permeabilità al vapore acqueo (EN ISO 7783-1) – spessore di aria equivalente relativa a 250 µm di rivestimento secco S D (m): S D = 0,5 µ = 2.193,
- Impermeabilità espressa come coefficiente di permeabilità all'acqua libera (EN 1062-3) (kg/m²·h_{0,5}): W = 0,01 - Classe III (bassa permeabilità all'acqua) secondo EN 1062-1,
- invecchiamento: 7 gg a +70°C (UNI EN 1062-11): ≥0,8,
- cicli di gelo-disgelo con immersione in sali disgelanti (UNI EN 13687-1): ≥0,8,
- cicli temporaleschi (UNI EN 13687-2): ≥0,8,
- cicli termici senza sali disgelanti (UNI EN 13687-3): ≥0,8,
- Crack-bridging statico secondo EN 1062-7 espresso come larghezza massima della fessura (mm): classe A4 (> 1,25 mm),
- Crack-bridging dinamico secondo EN 1062-7 espresso come resistenza ai cicli di fessurazione: Classe B2,
- Resistenza all'invecchiamento accelerato tinta RAL 7032, dopo 1.000 h al Weather-Ometer (ASTM G 155 ciclo 1): ΔE < 2,5,
- Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse): B, s1-d0.

Essa deve essere data in due mani:

- la prima con diluizione al 20% di apposito diluente;
- la seconda con diluizione al 5% di apposito diluente.

La sua applicazione va effettuata a pennello, rullo od a spruzzo con il sistema airless. Lo spessore finale del film asciutto sarà di circa 80-100 micron.

In ogni caso ci si dovrà attenere a quanto riportato nelle specifiche tecniche. Il colore sarà a scelta della Direzione Lavori su campionature eseguite preventivamente. La superficie, a trattamento avvenuto, dovrà risultare omogenea, priva di striature, variazioni cromatiche, macchie, placche e scavra da qualsiasi difetto.

37.10.b Verniciatura protettiva a base di copolimeri clorovinilici su calcestruzzo preventivamente preparato per resistere alla controspinta di acqua o tensioni vapore.

Quando non sia necessario, date le caratteristiche del calcestruzzo da proteggere, la realizzazione dello strato di finitura a base cementizia si procederà direttamente alla realizzazione della verniciatura protettiva a base di copolimeri clorovinilici previa applicazione di

ENRICO DUSI STUDIO

un trattamento resistente alla contropinta di acqua o tensione di vapore.

Tale trattamento sarà realizzato con resine sintetiche e composti inorganici reattivi per la preparazione delle superfici anche umide. Il prodotto sarà tricomponente a base resine epossidiche e composti inorganici reattivi proprio per la preparazione di superfici anche umide di colore bianco sarà posto in opera a pennello in ragione di gr. 700 al mq. con uno spessore finale di 300 micron minimo.

La verniciatura finale da applicarsi a stagionatura avvenuta, quando non sussistono fenomeni di abrasione, sarà effettuata su fondo asciutto mediante vernice a base di copolimeri clorovinilici modificati con resine acriliche.

Essa deve essere data in tre mani:

- la prima con diluizione al 20% di apposito diluente;
- la seconda e terza con diluizione al 5% di apposito diluente.

La sua applicazione va effettuata a pennello, rullo od a spruzzo con il sistema airless.

Lo spessore finale del film asciutto sarà di circa 150micron e sarà dotato delle seguenti caratteristiche:

- ottima resistenza agli agenti atmosferici, all'umidità ed al salmastro, anche in atmosfere industriali;
- resiste all'attacco delle muffe e all'inquinamento batterico;
- applicazione scorrevole anche su superfici assorbenti;
- resiste alle macchie e si lava con detersivi, soluzioni alcaline, alcool e benzina;
- idrorepellente, impermeabile all'acqua, protettivo rispetto alla carbonatazione del cemento;
- omogenea microporosità del film per favorire la traspirazione del vapore acqueo
- durevole elasticità nel tempo e trascurabile invecchiamento.
- applicabile a partire da 0°C anche con forte umidità atmosferica;
- temperature di esercizio: da - 35°C a + 90°C (in aria).

Il colore sarà a scelta della Direzione Lavori su campionature eseguite preventivamente. La superficie, a trattamento avvenuto, dovrà risultare omogenea, priva di striature, variazioni cromatiche, macchie, placche e scevra da qualsiasi difetto.

37.10.c Verniciatura protettiva a base di resine poliuretaniche

Il rivestimento finale, per tutte le superfici orizzontali e anche per quelle inclinate o verticali in presenza di azioni abrasive e/o quando le strutture stesse siano immerse in acqua, verrà effettuato su fondo sia asciutto che umido con una resina poliuretanica elastomerizzata previa mano di prodotto tricomponente a base di resine epossidiche e composti inorganici reattivi proprio per la preparazione di superfici anche umide di colore bianco.

La mano di fondo sarà applicata a pennello in ragione di gr 600 circa il mq con diluizione massima del 5%, per uno spessore finale di 250 micron minimo.

La verniciatura protettiva di finitura sarà eseguita a 2 mani a pennello, rullo o spruzzo airless, dopo 48 ore minimo dall'applicazione dello strato di fondo, con l'impiego di gr 1.600 al mq di rivestimento impermeabilizzante a base di elastomeri epossipoliuretanici modificati al fine di ottenere uno spessore dello strato di protezione di 800 micron minimo oltre ai 250 micron della sottostante mano di fondo, aventi le seguenti caratteristiche:

- ottima elasticità e resistenza all'abrasione;
- elevata resistenza all'immersione in acqua dolce e marina;
- buona resistenza agli agenti atmosferici e alle atmosfere industriali;
- buona resistenza all'immersione in acque di scarico e industriali mediante aggressive;
- temperature di esercizio da - 30°C a +90°C(in aria) + 35°C(in immersione). In ogni caso ci si dovrà attenere a quanto riportato nelle specifiche tecniche.

Il colore dovrà essere a scelta della Direzione Lavori su campionature eseguite preventivamente. La superficie, a trattamento avvenuto, dovrà risultare omogenea, priva di striature, variazioni cromatiche, macchie, placche e scevra da qualsiasi difetto.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 38 MURATURE DI MATTONI E IN PIETRA**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****38.1 MATERIALI LATERIZI**

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione specificati nelle norme D.M. 17 gennaio 2018, UNI EN 771, UNI EN 772 ed eventuali e successive modifiche ed integrazioni.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla fattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme, e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

38.2 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

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

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771-1:2015.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018.

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

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

Per tutti i calcestruzzi si intendono sempre compresi l'onere della vibrazione, le casseforme per getti in asciutto, le armature di sostegno, le centine, il disarmo e la ripassatura degli spigoli.

Tutti i calcestruzzi posti in opera dovranno ottemperare per contenuto minimo di cemento, contenuto d'aria intrappolata, lavorabilità, rapporto massimo acqua/cemento e tipo di cemento utilizzato alle indicazioni contenute nella norma UNI EN 206-1 ed alle indicazioni fornite dal D.M. 17 gennaio 2018. A tal scopo dovrà di volta in volta individuarsi la classe di esposizione dell'elemento strutturale o architettonico che deve essere realizzato. Qualora la D.L. ordinasse l'inclusione di additivi chimici in genere nei calcestruzzi, nelle malte o negli intonaci verrà compensato il solo costo di detti materiali a piè d'opera (a meno che non vengano forniti dal committente stesso), mentre la relativa miscelazione degli impasti s'intende già compensata nei relativi prezzi.

I prezzi unitari si intendono compensativi di tutti gli oneri necessari per l'esecuzione delle interruzioni tecniche di getto in continuità strutturale. Tali interruzioni dovranno essere realizzate garantendo il passaggio attraverso l'interruzione di getto dell'armatura strutturale, la conterminazione del getto con un foglio di rete metallica tipo nervo metal o equivalente e, in possibilità di infiltrazioni d'acqua la posa in opera di cordone idroespansivo di tipo bentonitico.

38.3 ELEMENTI RESISTENTI NATURALI

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.

Le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parti alterate o facilmente removibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato DM 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

38.4 MANUFATTI IN PIETRA ARTIFICIALE

Costituiscono elementi decorativi quali cornici e fregi di trabeazione per la formazione di timpani architettonici.

Saranno formati da elementi prefabbricati che corrisponderanno per dimensioni, forma e caratteristiche alle tipologie degli elaborati di progetto.

Saranno costruiti con un impasto di calcestruzzo formato da cemento SUPERITALBIANCO 525, dosato a 4,25 quintali per metrocubo, con l'aggiunta di polvere di marmo bianco, inerti di graniglia di marmo bianco, con grani di pezzatura granulometrica variabile fino ad un massimo di 2 mm., per una quantità complessiva di 1,2 quintali per metrocubo.

Saranno dotati di armatura formata da tondini sottili opportunamente distribuiti, e retine metalliche, idonee al loro sostentamento, e di ferri d'attesa sulle parti interne, per il necessario ancoraggio e fissaggio – mediante saldatura - alle strutture cementizie.

Nella posa, oltre alla saldatura degli elementi di armamento si dovrà tener conto dei rinzafl a coprire le zone di fissaggio mediante malta cementizia, e, infine, di sigillatura dei giunti con cordone siliconico, pulizia, eventuale verniciatura con idrorepellente trasparente e incolore, se ordinata dalla D.LL.

Eventuali varianti dimensionali a singoli elementi previsti nello Abaco delle Pietre Artificiali, dovranno essere comunicate con debito preavviso e motivata causa alla D.LL.

Resta l'obbligo di depositare in cantiere le campionature dei singoli elementi previsti, per la dovuta approvazione della D.LL. prima della loro

ENRICO DUSI STUDIO

installazione in sito.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

38.5 ESECUZIONE DI MURATURE IN GENERE

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse. Il nucleo della muratura in calcestruzzo dovrà essere gettato sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni. I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna. Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso. Nella realizzazione delle murature verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte: gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto. La direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani e di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico. Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

38.6 ESECUZIONE DI MURATURE PORTANTI

Si dovrà fare riferimento alle « Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura » contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., n. 30787 del 4 gennaio 1989. In particolare vanno tenuti presenti le prescrizioni che seguono: La muratura costituita da elementi resistenti artificiali avrà generalmente forma parallelepipedica, posta in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta. Gli elementi resistenti possono essere di: - laterizio normale; - laterizio alleggerito in pasta; - calcestruzzo normale; - calcestruzzo alleggerito. Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale). La muratura è costituita da elementi resistenti naturali di pietra legati tra di loro tramite malta avrà le caratteristiche di seguito elencate.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici. Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici. Le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parti alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte. In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103. L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse. Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi: - muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari; - muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro; - muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipedica poste in opera in strati regolari.

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali. A tal fine si deve considerare quanto segue: a) Collegamenti. I tre sistemi di elementi piani sopradetti devono essere opportunamente collegati tra loro. Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura. Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari

ENRICO DUSI STUDIO

a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. b) Cordoli. In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm, e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro. Per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm² con diametro non inferiore a 12 mm. In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm² a piano. La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione. In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6 % dell'area del cordolo. Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm. Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore a 8 mm. Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà essere sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo. c) Incatenamenti orizzontali interni. Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche. Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli. Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm² per ogni campo di solaio.

38.7 ESECUZIONE DI MURATURE IN PIETrame

La muratura è costituita da elementi di pietra legati tra di loro tramite malta.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- 1) muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;
- 2) muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;
- 3) muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipedica poste in opera in strati regolari.

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm;
- paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa;
- paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm;
- paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadra-ti, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le commessure avranno larghezza non maggiore di 1 cm.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le commessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

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

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, a-venti i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le commessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le commessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

38.8 ESECUZIONE DI MURATURE IN BRECCIA

Esecuzione di muratura in breccia per chiusura di vani di porte, finestre o di altre aperture interne ed esterne o nicchie di vecchie strutture murarie anche semidemolite o pericolanti, eseguita anche a tutto spessore con impiego di mattoni pieni e malta di cemento tipo 32.5, dosata a 400 Kg per mc di sabbia. Sono compresi: i materiali occorrenti; la preparazione del vano; le ammorsature alla muratura esistente e gli ancoraggi necessari; l'idonea malta rispondente, se del caso, alle caratteristiche di quella originale. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.

ENRICO DUSI STUDIO

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 39 IMPERMEABILIZZAZIONE

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte della struttura.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**39.1 MEMBRANA BUGNATA**

Guaina bugnata in polietilene ad alta densità (HDPE), dello spessore di ca. 0.5 mm, resistente agli agenti chimici, biologici e non degradabile.

39.2 MEMBRANA BENTONITICA

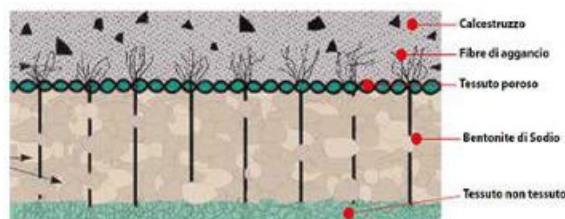
Membrana auto agganciante bentonitica per la protezione di strutture in calcestruzzo armato da acqua di falda costante, altalenante o percolante,
- tipo Volgrip LH della Volteco o similare,

Parametri assoggettati a Controllo Qualità Interno	Norme	Valori
Contenuto Bentonite di Sodio	UNI EN 14196	> 4 kg/m ²
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	> 7,5 kN/m
Resistenza allo spellamento dal cls	ASTM D 903	> 1,5 kN/m
Rigonfiamento libero	ASTM D 5890	> 24 ml
Portata idraulica	ASTM D 5887	< 6x10 ⁻⁹ (m ³ /m ²)/s

- tipo Volgrip HP della Volteco o similare, in presenza di battente idraulico elevato.

Parametri assoggettati a Controllo Qualità Interno	Norme	Valori
Contenuto Bentonite di Sodio	UNI EN 14196	> 4 kg/m ²
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	> 8 kN/m
Resistenza allo spellamento dal cls	ASTM D 903	> 1,5 kN/m
Rigonfiamento libero	ASTM D 5890	> 24 ml
Portata idraulica solo geocomposito	ASTM D 5887	< 6x10 ⁻⁹ (m ³ /m ²)/s
Portata idraulica con membrana	ASTM D 5887	assenza di flusso
Spessore membrana MDPE	EN 964-1	0,2 mm

Applicazione in abbinamento a getti di calcestruzzo armato (platee e muri di fondazione contro diaframmi, pali, berlinesi, fondazioni esistenti o casseri a perdere) di edifici.



Le superfici da impermeabilizzare possono essere umide, non necessariamente pulite ma non devono in alcun caso presentare grosse protuberanze o cavità o continui flussi d'acqua che possano pregiudicare la sigillatura autonoma dei sormonti. La piegatura e il taglio dei teli possono avvenire in qualsiasi direzione.

39.3 MEMBRANA BITMINOSA

Membrana bituminosa di tipo specifico per impalcato in miscela di bitume polimero (B.P.P. bitupoliopropilene) dello spessore di 5 mm, armata con tessuto non tessuto da 300 grammi in poliestere a filo continuo.

Lavoro eseguito mediante:

- preparazione con radicale pulizia delle superfici;

ENRICO DUSI STUDIO

- trattamento con speciale primer in vernice bituminosa a rapida essiccazione con consumo da 0,3 a 0,5 kg/mq;
- applicazione della membrana con giunti sovrapposti di almeno 10 cm mediante spatola e sfiamma tura di rinvenimento da estendere a tutta la superficie.

Caratteristiche tecniche della membrana:

- flessibilità a freddo - 25°C;
- resistenza a trazione: longitudinale M/50 mm 860; trasversale M/50 mm 560;
- allungamento a rottura: 50%;
- resistenza alla lacerazione: N. 150;
- resistenza al punzonamento statico: PS 3;
- stabilità di forma a caldo: 100°C;
- impermeabilità all'acqua: ≥ 60 kPa.

I piani di posa in calcestruzzo devono essere regolari, lisci, coesi, puliti ad asciutti, per consentire la corretta applicazione del sistema impermeabile. È necessario realizzare le opportune pendenze, per permettere il corretto deflusso delle acque meteoriche, come definito dal progettista. In alcuni casi, per ottenere supporti idonei è necessario realizzare opere di preparazione specifiche. Sui piani di posa adeguatamente predisposti, per bloccare la polverosità e aumentare la capacità adesiva delle membrane bituminose, deve essere applicato, mediante rullo, spazzolone o airless, un promotore di adesione (primer) bituminoso. La posa in opera avverrà su un supporto pulito, asciutto e compatibile, in ragione di 0,30 l/mq, in opera mediante applicazione a rullo, a pennello o a spruzzo. Su tutte le superfici orizzontali, inclinate e verticali. Tutte le superfici da trattare devono essere pulite, perfettamente asciutte, libere da parti distaccate e residui oleosi o grassi. La posa delle membrane impermeabilizzanti deve essere realizzata dopo la completa asciugatura del primer e comunque non prima che siano trascorse almeno 24 ore. La posa delle membrane in bitume polimero avviene mediante incollaggio a caldo al supporto tramite una corretta sfiammatura della faccia inferiore con uno specifico bruciatore a gas propano. Le membrane devono essere applicate con adeguate sovrapposizioni. Le sovrapposizioni laterali devono avere un sormonto minimo di 100 mm, mentre le sovrapposizioni di testa un sormonto minimo di 150 mm. I rotoli devono essere applicati sfalsati, per evitare sovrapposizioni di quattro teli (sovrapposizioni di testa). I prodotti dovranno essere adeguatamente conservati. Conservare il prodotto in luoghi asciutti ed al riparo da raggi solari. Non sovrapporre i bancali e tenere i rotoli comunque in posizione verticale. Il contatto con solventi e liquidi organici può danneggiare il prodotto. Evitare la posa in opera con temperature eccessivamente alte o basse ed evitare in ogni caso qualsiasi azione di punzonamento (scarpe chiodate, appoggi di piccola superficie, oggetti taglienti). Per verificare il livello di adesione dello strato impermeabile è possibile realizzare direttamente in cantiere dei test di pull-out con apposito dinamometro portatile. Successivamente alla posa in opera del sistema impermeabile, si procede con la stesura a caldo del binder stradale direttamente sull'estradosso della membrana, nello spessore richiesto.

39.4 MEMBRANA BITUMINOSA CHIARA

Guaina bituminosa elastomerica, conforme alle norme EN 13707 e EN 13969.

1° STRATO: membrana bituminosa elastomerica armata con fibra di vetro tipo Bauder TEC KSA o similare, lato inferiore autoadesivo, avente le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- spessore 3 mm,
- flessibilità a freddo -30 °C,
- forza a trazione massima 1000 N/5 cm,
- allungamento a trazione 2 %,
- reazione al fuoco classe E,
- comportamento al fuoco secondo la ENV 1187.

Posa in opera mediante incollaggio e con l'ausilio di idonei tasselli di fissaggio, in ragione di almeno 4/mq.

2° STRATO: membrana bituminosa elastomerica e plastomerica con armatura multipla tipo Bauder KARAT o similare, lato superiore ardesiato grigio/bianco, resistente ai raggi UV, avente le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- spessore 5.2 mm,
- flessibilità a freddo -40 °C,
- stabilità a caldo +150 °C,
- forza a trazione massima 1450 N/5 cm,
- allungamento a trazione 23 %,
- stabilità dimensionale <0.1 %,
- reazione al fuoco classe E,
- comportamento al fuoco secondo la ENV 1187 classe B (ROOF t2, t3).

Posa in opera mediante fiammatura e incollaggio, con giunzioni sfalsate, con sovrapposizioni e risvolti di almeno 10 cm e secondo le indicazioni della ditta produttrice. Compresa la realizzazione di camini di aerazione, ove necessari.

39.5 MALTA CEMENTIZIA IMPERMEABILIZZANTE

Fornitura e posa in opera di malta cementizia bicomponente elastica per l'impermeabilizzazione e la protezione di supporti in calcestruzzo contro la penetrazione di agenti aggressivi (anidride carbonica e cloruri), a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, fibre sintetiche, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa, tipo Mapelastic della MAPEI S.p.A. o similare avente equivalenti o superiori requisiti.

La malta dovrà essere preparata e applicata secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica fornita dal produttore.

L'applicazione della malta dovrà essere effettuata su un supporto solido, esente da parti in distacco e da polveri.

La malta dovrà essere applicata a spruzzo con pompa intonacatrice, in due mani, in uno spessore finale non inferiore a 2 mm.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi PI, MC e IR, per la protezione del calcestruzzo e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542 dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. (N/mm²): 1,0,

ENRICO DUSI STUDIO

- Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti (EN 13687/1), misurata come adesione secondo EN 1542 (N/mm²): 0,8,
- Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542 dopo 7 gg a +20°C e 50% U.R. + 21 gg in acqua (N/mm²): 0,6,
- Elasticità espressa come allungamento (DIN 53504 mod.) dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. (%): 30,
- Crack-bridging statico a -20°C secondo EN 1062-7 espresso come larghezza massima della fessura (mm): classe A3 (-20°C) (> 0,5 mm),
- Permeabilità al vapore acqueo secondo EN ISO 7783-1 spessore di aria equivalente S D(m): S D = 2,4 μ = 1.200,
- Impermeabilità all'acqua espressa come assorbimento capillare secondo EN 1062-3 (kg/m²·h^{0,5}): < 0,05,
- Permeabilità dell'anidride carbonica (CO₂) secondo EN 1062-6 - diffusione in spessore di aria equivalente S DCO₂ (m): > 50,
- Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse): C, s1-d0,
- Impermeabilità all'acqua in pressione (1,5 bar per 7 gg di spinta positiva) EN 14891-A.7: nessuna penetrazione,
- Adesione iniziale (N/mm²) EN 14891-A.6.2: ≥ 0,5,
- Adesione dopo immersione in acqua (N/mm²): EN 14891-A.6.3 ≥ 0,5,
- Adesione dopo cicli di gelo-disgelo (N/mm²): EN 14891-A.6.6 ≥ 0,5,
- Adesione dopo immersione in acqua basica (N/mm²) EN 14891-A.6.9: ≥ 0,5,
- Adesione dopo immersione in acqua clorurata (N/mm²) EN 14891-A.6.8: ≥ 0,5.

Nel prezzo sono compresi gli oneri per l'idrolavaggio delle superfici di attacco prima dell'applicazione della malta e la fornitura e posa in opera di rete in fibra di vetro in corrispondenza delle riprese di getto.

Nel prezzo sono compresi gli oneri per la marcatura CE del prodotto, lo sfido, la forza motrice, l'acqua, ogni onere necessario alla protezione degli elementi estranei all'intervento da preservare, la movimentazione del materiale, lo sgombero e la pulizia finale dei luoghi, la raccolta differenziata e il carico su automezzo del materiale di risulta, il trasporto e l'onere di smaltimento in discarica autorizzata e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

39.6 PRIMER IMPERMEABILIZZANTE

I prodotti da usare per l'impermeabilizzazione della platea in calcestruzzo dovranno possedere le seguenti caratteristiche documentate da prove applicative e da analisi di laboratorio:

- basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione,
- resistenza all'attacco fisico/chimico degli agenti atmosferici,
- resistenza chimica in ambiente alcalino,
- assenza di effetti collaterali (produzione di sali),
- perfetta trasparenza ed inalterabilità del colore,
- traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%.

In particolare, è previsto l'utilizzo di primer bicomponente a base di resine epossidiche per il consolidamento e l'impermeabilizzazione di massetti in calcestruzzo, tipo Primer EP della MAPEI S.p.A. o similare.

La pittura dovrà essere preparata e applicata secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica fornita dal produttore.

La pittura dovrà essere applicata con un innaffiatoio, a pennello o a rullo, a mani successive fino a rifiuto, su supporto asciutto, solido, pulito, privo di polvere e esente da parti in distacco e da polveri.

39.7 GIUNTO BENTONITICO

Fornitura e posa di giunto idroespansivo autosigillante, composto da bentonite sodica naturale e polimeri, con una densità pari a 1,6-1,8 g/cm³, in grado di espandersi a contatto con l'acqua sino al 425% del valore iniziale, senza che vengano compromesse le caratteristiche di tenuta. Resistenza alle piegature fino a 180°.

Giunto bentonitico idoneo a sigillare tutte le riprese di getto in calcestruzzo sia in orizzontale che verticale, purché il confinamento laterale sia sempre pari o superiore a 8 cm. Da fissare mediante semplice chiodatura al calcestruzzo (1 chiodo ogni 25 cm).

Il giunto deve rigonfiare in presenza di acque saline.

Sigillatura di giunti di costruzione e riprese di getto, sia in orizzontale che in verticale, mediante le seguenti fasi operative:

- Preparazione della superficie
- Posa di cordolo bentonitico

Preparazione della superficie mediante regolarizzazione meccanica (senza riporti) del piano di posa; successivamente accurata pulizia della superficie con eliminazione di oli, grassi e parti incoerenti.

Applicazione di giunto idroespansivo autosigillante a base di bentonite di sodio naturale e gomma butilica, in grado di sigillare in modo perenne e deformabile le riprese di getto e le modeste irregolarità attorno ad esso.

Collocazione del cordolo al centro del nuovo getto o nel punto di progetto più opportuno, purché confinato da almeno 8 cm di cls; chiodare il prodotto ogni 25-30 cm. Lame distanziatrici, ferro d'armatura ecc. non devono interpersi tra il waterstop ed il calcestruzzo.

Le giunzioni dei capi avverranno per accostamento per almeno 6 cm.

Il giunto deve rigonfiare in presenza di acque saline.

39.8 GIUNTO WATERSTOP

Applicazione di sistema water-stop mediante posa, su superfici in calcestruzzo sane e compatte, di nastro preformato in gomma idroespansiva posizionato mediante incollaggio con apposito mastice o fissato mediante chiodatura.

Nel caso di getti di spessore superiore a 30 cm bisognerà prevedere un doppio posizionamento parallelo di due profili.

Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Massa volumica (g/cm³): 1,3,
- Durezza Shore: 25-35 (DIN 53505),
- Solubilità in acqua: insolubile,
- Rigonfiamento in acqua a 1 g (%): ca. 45,
- Rigonfiamento in acqua a 2 g (%): ca. 70,
- Rigonfiamento in acqua a 3 g (%): ca. 82,
- Rigonfiamento in acqua a 7 g (%): ca. 120,
- Tempo di attesa prima di effettuare il getto, in caso di fissaggio con mastice: 24 h,

ENRICO DUSI STUDIO

- Tempo di attesa prima di effettuare il getto, in caso di fissaggio con chiodi o viti: non richiesto,
- Impermeabilità: ≤ 5 atm,
- Allungamento (%): 70-100 (ASTM 638 M-89).

39.9 GIUNTO RE-INIETTABILE

Costituito da tubo re-iniettabile in PVC-P per iniezioni di materiali impermeabilizzanti (resine e/o sigillanti cementizi) nella costruzione di giunti di ripresa di getti, tipo IDROSTOP MULTI 11 della MAPEI S.p.A. o similare.

I tubi dovranno essere fissati al calcestruzzo per mezzo di morsetti posti a distanza di 10 cm, su una superficie pulita, liscia e priva di parti incoerenti, completi di scatole in PVC incassate nel getto.

Successivamente dovrà essere realizzata l'iniezione di resina epossidica, lunghezza massima di iniezione 12 m, eseguita solo dopo la completa maturazione del calcestruzzo.

Il prodotto dovrà essere applicato secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica fornita dal produttore.

39.10 TELO BENTONITICO

Il telo dovrà essere composto da due geotessili in propilene interagugliati, di cui uno non-tessuto superiore (200 g/m²) ed uno tessuto inferiore (140 g/m²), che racchiudono uno strato uniforme di bentonite sodica naturale (5100 g/m²).

Il collegamento degli strati componenti la barriera bentonitica dovrà essere realizzato mediante fitta agugliatura di fibre sintetiche passanti dallo strato superiore di tessuto non tessuto a quello inferiore di supporto al quale saranno ancorate. Tale agugliatura dovrà essere uniformemente distribuita su tutta la superficie, così da assicurare al sistema elevate resistenze allo scorrimento degli strati e confinando stabilmente la bentonite idratata anche in condizioni di posa in verticale.

Il telo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza all'urto (UNI EN ISO 6272-1) (Nm): 20
- resistenza allo shock termico (UNI EN 13687-5) (N/mm²): 2,40
- Massa aerica totale (EN 14196) (g/m²): 5440
- Conducibilità idraulica (ASTM D 5887) (m/s): 1E-11
- Flusso (ASTM D 5887) ((m³/m²)/s): 5E-9
- Punzonamento statico (EN ISO 12236) (kN): 2,4
- Resistenza alla trazione longitudinale (EN ISO 10319) (kN/m): 14
- Resistenza alla trazione trasversale (EN ISO 10319) (kN/m): 14
- Peeling (ASTM D 6496) (N/m): 600
- Adesione al calcestruzzo (ASTM D 903) (kN/mm): 3,5
- Spessore del prodotto (EN ISO 9863-1) (mm): 6,5

Prima di procedere alla posa del telo sulle superfici verticali dovrà essere sigillati i distanziatori dei casseri (per applicazioni in post getto) e regolarizzate tutte le sporgenze, teste dei tiranti e irregolarità (per applicazioni in pre getto).

Il telo dovrà essere posizionato a giunti sfalsati sovrapponendo i sormonti per 10 cm e chiodandoli con rondelle (tipo Mapeproof CD) ogni 50 cm circa sull'orizzontale o ogni 30 cm circa sul verticale.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Per la realizzazione delle stesse si utilizzeranno i materiali e le modalità di progetto indicate negli altri elaborati progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto, o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni di seguito elencate.

Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:

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

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

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

- Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.

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

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue. Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato,

ENRICO DUSI STUDIO

l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc. A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Valutato a metro quadrato di superficie trattata.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 40 IMPERMEABILIZZAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESTERNE IN CALCESTRUZZO CON RIVESTIMENTO POLIURETANICO

Impermeabilizzazione di superficie in calcestruzzo con rivestimento poliuretanico autolivellante carrabile tipo Polyroof della Casali S.p.A. o similare (o Mapefloor parking system ME della Mapei), spessore non inferiore a 3 mm, contro i rischi di penetrazione; controllo dell'umidità ed aumento della resistività.

Il sistema dovrà essere conforme alla norma EN 1504-2: 2004 - Prodotti per la protezione superficiale del calcestruzzo e dotato di marcatura CE.

Dovrà inoltre garantire le seguenti prestazioni:

- Permeabilità all'acqua liquida $< 0,1 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
- Permeabilità all'anidride carbonica $\text{sd} > 50 \text{ m}$
- Aderenza per trazione diretta $> 0,8 \text{ MPa}$
- Permeabilità al vapore acqueo Classe I
- Crack bridging ability Classe A4
- Cicli gelo disgelo con immersione in sali disgelanti nessuna alterazione
- Sostanze pericolose Vedere SDS

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**40.1 BANDA ADESIVA IN GOMMA**

Banda adesiva in gomma butilica, tipo Casaband SA della Casali S.p.A. o similare.

Il prodotto dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

DATI PRESTAZIONALI	VALORE	U.M.	TEST
Spessore standard	1,0 – 1,5	mm	
Resistenza alla trazione longitudinale	> 100	N/50 mm	EN 12311-1
Resistenza alla trazione trasversale	> 100	N/50 mm	EN 12311-1
Allungamento a rottura longitudinale	> 70	%	EN 12311-1
Allungamento a rottura trasversale	> 70	%	EN 12311-1
Peso specifico	1,4	g/cm^3	ASTM D 792
Peeling	≥ 90	N	ASTM D 1000
Scivolamento verticale	0	mm	SO 7390
Forza di adesione sul cemento	0,9	N/mm^2	EN 12004-EN 1348
Temperatura di applicazione	$0^\circ \text{C} / + 40^\circ \text{C}$		
Temperatura di esercizio	$-30^\circ \text{C} / +80^\circ \text{C}$ fino a 160°C per max 24h		

40.2 TNT IN POLIESTERE

tessuto non tessuto di poliestere da fiocco, agugliato e termofissato, senza l'aggiunta di collanti chimici, del peso di 130 g/mq, dotato di elevata resistenza meccanica elasticità, tipo Acrifelt Band della Casali S.p.A. o similare.

Il prodotto dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

DATI PRESTAZIONALI			
CARATTERISTICA	VALORE	U.M.	Norma di riferimento
Massa areica	130	gr/mq	EN 965
Resistenza a trazione	5	kN/mt	EN ISO 10319
Resistenza al punzonamento statico CBR	0,80	kN	EN ISO 12236
Resistenza al punzonamento dinamico cone drop test	24	mm	EN ISO 13433
Allungamento a rottura	60	%	EN ISO 10319

40.3 PRIMER

Primer di adesione e barriera al vapore, bicomponente a base di resine epossidiche, tipo Epobase FU 14 della Casali S.p.A. o similare.

Il prodotto dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

ENRICO DUSI STUDIO

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO LIQUIDO			
CARATTERISTICA	VALORE	TOLLERANZA	U.M.
Peso Specifico	1,06	± 0,05	Kg/dm ³
Residuo secco	99	± 1	%
Residuo a 450°C	0	± 1	%
Viscosità (con Viscosimetro Brookfield gir. 4 vel.20)	1700	± 300	mPa.s
Rapporto di miscelazione A : B in peso	A : B = 62 : 38		

Il prodotto dovrà inoltre essere resistente alla controspinta negativa secondo la norma EN 8298 – 8; il prodotto non subisce anomalie fino ad una pressione di 250 KPa.

40.4 IMPERMEABILIZZANTE

Impermeabilizzante poliuretanico bicomponente autolivellante tipo Polyroof della Casali S.p.A. o similare.
Il prodotto impermeabilizzante dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO LIQUIDO			
CARATTERISTICA	VALORE	TOLLERANZA	U.M.
Peso Specifico	1,34	± 0,05	Kg/dm ³
Residuo secco	100	± 1	%
Viscosità Brookfield (con viscosimetro Brookfield girante n.4, vel. 5)	8500	± 2000	mPa.s
Rapporto di miscelazione in peso	A : B = 85 : 15		

Il prodotto essiccato dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO ESSICCATO			
CARATTERISTICA	VALORE	TOLLERANZA	U.M.
Carico di rottura	5	± 1	N/mm ²
Allungamento a rottura	101	± 10	%
Durezza Shore A	92	± 1	
Adesione (con Epobase S)	> 2,5	± 0,5	N/mm ²
Resistenza alla penetrazione delle radici (EN13948)	Conforme		

40.5 FINITURA

Finitura poliuretanica bicomponente alifatica protettiva tipo Polytop della Casali S.p.A. o similare.
Il prodotto dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO ESSICCATO			
CARATTERISTICA	VALORE	TOLLERANZA	U.M.
Carico di rottura	5	± 1	N/mm ²
Allungamento a rottura	101	± 10	%
Durezza Shore A	92	± 1	
Adesione (con Epobase S)	> 2,5	± 0,5	N/mm ²
Resistenza alla penetrazione delle radici (EN13948)	Conforme		

Il prodotto dovrà essere altamente resistente agli uv, all'usura e agli agenti chimici come olii, grassi e idrocarburi.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**40.6 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE**

Il supporto in calcestruzzo dovrà essere asciutto (U.R. max 4%), stagionato, compatto, pulito, esente da sostanze grasse o oleose o altri inquinanti impregnati in superficie. Dovranno inoltre essere eliminati residui di polvere, sporco e parti incoerenti, comprese eventuali porzioni di membrane bituminose in corrispondenza del perimetro.

Il calcestruzzo di supporto dovrà essere caratterizzato dalle seguenti proprietà:

ENRICO DUSI STUDIO

- resistenza alla compressione min. 25 N/mm²;
- resistenza a trazione min. 1,5 N/mm².

Il supporto in calcestruzzo dovrà essere inoltre dotato di idonea barriera al vapore; qualora ciò non fosse possibile, dovranno essere realizzati dei canali di aerazione dotati di camini di sfiato per garantire la traspirazione del rivestimento e evitare la formazione di bolle o altre imperfezioni che potrebbero comprometterne le funzioni, in particolare l'impermeabilità.

È previsto inoltre l'intervento meccanico di pallinatura della superficie volta all'irruvidimento della stessa.

In corrispondenza di punti di raccordo tra superfici orizzontali e verticali, o in qualsiasi altra situazione in cui sia necessario eliminare spigoli o altri punti di tensione e aumentare l'adesione del rivestimento, è prevista la realizzazione di guscia in conglomerato cementizio completata da una banda adesiva in gomma butilica, tipo Casaband SA della Casali S.p.A. o similare.

La banda dovrà essere posata mediante utilizzo di una mano di impermeabilizzante liquido applicato come primer. A completa essiccazione del prodotto diluito posizionare la banda autoadesiva e ricoprire la stessa con l'impermeabilizzante liquido tal quale.

40.7 MANO DI AGGANCIO

Prima di procedere alla stesa della resina, è necessario preparare la superficie in calcestruzzo mediante l'applicazione di primer di adesione e barriera al vapore, bicomponente a base di resine epossidiche, tipo Epobase FU 14 della Casali S.p.A. o similare.

Il prodotto viene dato a pennello o a rullo, in ragione di almeno 0,40 kg/mq.

Può essere applicato su superfici piane in unica soluzione mentre su superfici verticali in 2 mani in tempi ravvicinati (12-24 ore) per evitare colature eccessive.

La sovracopertura con i successivi strati di prodotto deve avvenire entro 12-24 ore dall'applicazione dell'ultima mano per evitare problemi di adesione tra i diversi strati.

Deve essere applicato in presenza delle seguenti condizioni:

- Temperatura dell'ambiente: MIN 10°C – MAX 35°C,
- Umidità relativa dell'ambiente: MAX 90%,
- Temperatura del supporto: MIN 10°C – MAX 40°C.

Le modalità di conservazione e di stoccaggio dovranno essere quelle indicate dal produttore.

40.8 IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impermeabilizzazione verrà realizzata mediante l'applicazione di:

- 2 strati di impermeabilizzante poliuretanico bicomponente autolivellante, dato a spatola (spatola dentata calibrata o rullo o spatola metallica liscia) per uno spessore non inferiore a 2 mm, resa non inferiore a 2,50 kg/mq, tipo Polyroof della Casali S.p.A. o similare; per le modalità di applicazione a spruzzo è necessario consultare il fornitore,
- applicazione di strato di finitura di impermeabilizzante poliuretanico bicomponente autolivellante, spessore 0,5 mm, resa non inferiore a 0,50 kg/mq,
- sporvero a rifiuto di sabbia di quarzo granulometria 0,1 - 0,3 rifinito con frattazzo meccanico (elicottero) compresa aspirazione del quarzo in eccesso.

Il prodotto deve essere applicato in presenza delle seguenti condizioni:

- Temperatura limite di applicazione per ambiente e supporto: MIN 10 - Max 30° C.

Tempi di presa:

Indurimento al tatto: 12 h,

Tempi di ripresa: entro 24 h.

I tempi indicati si riferiscono a condizioni standard di laboratorio. I tempi di indurimento sono fortemente influenzati dalle condizioni meteorologiche; alte temperature e soleggiamenti diretti accelerano l'indurimento; ombre, basse temperature, rallentano l'indurimento. In periodi invernali concentrare la posa nelle ore centrali e più calde della giornata. Verificare sempre il completo indurimento dello strato precedente prima di procedere con una nuova applicazione.

Le modalità di conservazione e di stoccaggio dovranno essere quelle indicate dal produttore.

40.9 FINITURA

La finitura all'impermeabilizzazione descritta in precedenza verrà realizzata mediante l'applicazione di finitura poliuretanica bicomponente alifatica protettiva, data a 2 mani a rullo o a spruzzo con colore a scelta della D.L. con resa non inferiore a 0,40 kg/mq, tipo Polytop della Casali S.p.A. o similare.

Il prodotto, previo utilizzo di adeguato primer di fondo, può inoltre essere applicato come semplice finitura protettiva anti-graffio e/o estetica su superfici cementizie.

La superficie deve presentarsi continua e priva di fughe e perfettamente pulibile ed igienica.

Il prodotto viene reso anti-scivolo attraverso la fornitura di una speciale carica sintetica che conferisce al prodotto essiccato un buon grip anche in presenza di umidità superficiale; questa carica ne esalta le proprietà anti-scivolo ma allo stesso tempo non limita la pulibilità della superficie trattata.

La superficie finale dovrà essere corrispondente a quanto indicato nelle norme seguenti:

- D.M. 20/11/1981 - NORME DI SICUREZZA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DELLE AUTORIMESSE E SIMILI, in particolare il punto 2.6. Pavimenti,
- DM 1 febbraio 1986 - Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili, in particolare il punto 3.8. Pavimenti,
- Norme UNI 8297, 8298 e 10966.

ENRICO DUSI STUDIO

Deve essere applicato in presenza delle seguenti condizioni:

Temperatura limite di applicazione per ambiente e supporto: MIN 10 - Max 40°.

Prima dell'applicazione dello strato successivo, verificare che il prodotto sia ben essiccato.

Tempi di presa:

Indurimento al tatto: 2 h,

Tempi di ripresa: MAX 24 h,

Pedonabilità per utilizzo: MIN 2 – 3 giorni.

I tempi indicati si riferiscono a condizioni standard di laboratorio. I tempi di essiccazione sono fortemente influenzati dalle condizioni meteorologiche; alte temperature e soleggiamenti diretti accelerano l'essiccazione; ombre, basse temperature, rallentano l'essiccazione. In periodi invernali concentrare la posa nelle ore centrali e più calde della giornata. Verificare sempre l'avvenuta essiccazione dello strato precedente prima di procedere con una nuova applicazione.

Le modalità di conservazione e di stoccaggio dovranno essere quelle indicate dal produttore.

40.10 ARMATURA DI RINFORZO

L'impermeabilizzante può essere rinforzato, ovunque o localmente, mediante l'applicazione di armatura di rinforzo costituita da tessuto non tessuto di poliestere da fiocco, agugliato e termofissato, senza l'aggiunta di collanti chimici, del peso di 130 g/mq, dotato di elevata resistenza meccanica elasticità, tipo Acrifelt Band della Casali S.p.A. o similare.

La sua applicazione deve avvenire assicurando un'adeguata impregnazione dell'armatura con il l'impermeabilizzante liquido utilizzato così da formare un film continuo con esso. Quindi, prima di posizionare il tessuto non tessuto è necessario applicare l'impermeabilizzante liquido diluito sul sottofondo, successivamente premere il tessuto non tessuto sul prodotto steso e ripassare fresco su fresco, premendo tramite lo strumento di applicazione, con l'impermeabilizzante per completare l'impregnazione e coprire il tessuto non tessuto.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 41 OPERE IN MATERIALI LAPIDEI (PIETRA DA TAGLIO, MARMO E PIETRA NATURALE)**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali in argomento proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori e dovranno rispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti dalle Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzioni" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.

Tutti i materiali dovranno presentare le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) caratteristiche della specie prescelta.

Le pietre da impiegare dovranno essere uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Tutti i marmi dovranno essere della richiesta qualità, a grana compatta, senza difetti quali brecce, vene, cuoiuccio, lenti, ghiaia, scaglie, peli, nodi; nonché i taroli, il vermicello o frescume, le zampe di gallina, le macroosità, le fessurazioni, le inclusioni di cappellaccio, ecc. che, pur essendo propri delle singole specie, alterino l'omogeneità, la solidità e la bellezza della pietra.

Non saranno tollerate cavità nelle facce, tassellature, rattoppi, masticature, graffiature ed altri simili rimedi di consolidamento e di rinforzo.

Saranno inoltre rifiutate le pietre morbide provenienti dal cappellaccio delle cave o prossime a questo.

Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta, a libro o comunque giocata.

I marmi dovranno essere lavorabili, pertanto la frattura non dovrà essere concoide né scheggiata, senza fessurazioni o diramazioni.

Inoltre i marmi, compatibilmente con la specie prescelta, dovranno essere lucidabili; pertanto dovranno potersi ridurre a superficie liscia fino alla lucentezza uniforme, anche speculari a seconda del tipo e della qualità del materiale, mediante una serie di abrasioni sempre più dolci che tolgono anche la minima asperità e che lasciano vedere meglio macchie pregiate, venature e colorazioni.

I marmi potranno essere ordinati di qualunque dimensione compatibile con la natura delle pietre stesse, quando ciò fosse richiesto per la migliore riuscita statica ed estetica dei lavori.

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni (murature, drenaggi, gabbionate, ecc) dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezza fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa, si intenderà quella lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, nè dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati in modo che le connessioni fra concio non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre; non dovranno presentare screpolature e peli.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina, in modo da togliere le scabrosità più sentite e permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

Non saranno tollerate nè smussature agli spigoli, nè cavità nelle facce, nè stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concia in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione. Inoltre ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera, secondo gli originari letti di cava.

Per la posa in opera si potrà far uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta idraulica o di cemento, secondo le prescrizioni del presente Capitolato speciale, e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe od arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Le opere in marmo e pietre naturali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Gli spigoli degli elementi non dovranno presentare smussature a meno che di questi sia prevista l'eliminazione nella levigatura dopo la posa in opera. Le opere in marmo dovranno avere congiunzioni senza risalti e piani perfetti.

ENRICO DUSI STUDIO

Prima di iniziare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti all'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura ecc.

Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonchè l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in ogni caso unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L..

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 42 PULITURA DEI MATERIALI LAPIDEI (O ALTRE SUPERFICI)**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****42.1 PRODOTTI**

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

Reagenti chimici

La pulizia con reagenti chimici richiederà la massima cautela per la difficoltà di controllo della sua azione corrosiva. Essa dovrà, infatti essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sulle zone ove le croste si presentano più tenaci. In genere, s'impiegheranno dei formulati in pasta resi tixotropici della carbossilcellulosa che verranno diluiti, per mitigare la loro azione urticante, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.

Sostanze alcaline

Composte prevalentemente da alcali caustici, polimeri e agenti reologici, presenteranno, in genere le seguenti proprietà:

- alcalinità 10-20% pH 13-14
- pH 1% in acqua 12-13
- peso specifico 1,247 g/ml
- viscosità DIN 20.

Nebulizzatori

Composti da acidi e solventi in acqua, saranno, impiegati per interrompere l'azione delle sostanze alcaline. Il loro utilizzo sarà opportunamente vagliato dalla D.L. in quanto, talvolta, su superfici particolarmente reattive potrebbero produrre sali solubili che, penetrando all'interno, danneggerebbero irreversibilmente i materiali. Presenteranno le seguenti caratteristiche:

- acidità 1-10%
- pH 1% in acqua 2-4
- peso specifico 1,043 g/ml.

Sostanze acide

Costituite da acidi inorganici e tensioattivi, dovranno essere impiegate esclusivamente su materiali di natura non calcarea. Presenteranno le seguenti proprietà:

- pH 0-1
- pH 1% in acqua 0-2
- peso specifico 1-1.35 g/ml
- viscosità DIN 20.

AB57

Si tratta di un formulato messo a punto dai tecnici dell'Istituto Centrale del Restauro. È composto da:

- acqua cc. 1000
- bicarbonato d'ammonio g30
- bicarbonato di sodio g 50
- E.D.T.A (sale bisodico) g25
- desogen (sale d'ammonio quaternario) cc. 10 (tensioattivi, fungicida)
- carbossimetilcellulosa g. 60.

Dovrà avere pH intorno a 7-5 e la quantità di E.D.T.A. potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g. Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniacale o trietanolammina allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta.

Esametofosfato di sodio e Formiato di ammonio – Sono sali che hanno la proprietà di sciogliere il gesso senza intaccare il carbonato di calcio. Dovranno essere usati in soluzioni con il 5-10% d'acqua e, su richiesta della D.L., potranno essere miscelati fra loro al fine di ottenere una maggiore capacità solvente. Potrà essere anche aggiunto un sapone liquido di tipo neutro o leggermente alcalino (5-10 cc. litro) al fine di favorire una migliore bagnabilità ed asportazione delle croste grasse prodotte dagli idrocarburi alifatici.

Detergenti

Sono tensioattivi organici costituiti da catene di atomi di carbonio alle quali sono attaccati uno o più gruppi idrofili. Saranno impiegati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua in modo da aumentare il potere ammorbidente. L'uso dei detergenti dovrà essere opportunamente vagliato dalla D.L.; infatti, i tensioattivi oltre a sciogliere il gesso ed il carbonato di calcio (che sono i leganti più comuni delle croste), agiscono anche sulle pietre corrodendole e formando sali solubili.

ENRICO DUSI STUDIO

Argille assorbenti

Potranno essere impiegate due tipi di argille: la sepiolite e l'attapulgit. Sono fillosilicati idrati di magnesio capaci d'impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie delle pietre deteriorate. La granulometria dei due tipi d'argilla dovrà essere di almeno 100-200 Mesh. Dovranno essere fornite nei contenitori originali sigillati e saranno preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro collocazione in spessori di circa 2-3 cm.

Impacchi biologici

Gli impasti, a base di sepiolite o attapulgit, avranno la seguente composizione:

- 1 lt di acqua
- 50 di aurea
- 20 cc. di glicerina.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm.

Biocidi

Per interventi su muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1%. Per le alghe verdi e le muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniacale.

Per le alghe e la microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro in soluzione acquosa dell'1/2% da applicare a spruzzo.

Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.).

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzare con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

La disinfezione di alghe cianoficee e cloroficee potrà essere effettuata mediante appropriati sali di ammonio quaternario (cloruri di alchilidimetilbenzilammonio); il formolo ed il fenolo.

Per le alghe potranno essere utilizzati composti di rame quali il solfato di cupitetramina (NH₃)₄CUSO₄ e i complessi solfato di rame idrazina CUSO₄-(N₂H₅)₂SO₄, o anche i sali sodici dell'acido dimetiltiocarbammico e del mercaptobenzotriazolo.

La disinfezione di muschi e di licheni può essere eseguita mediante l'applicazione di una soluzione acquosa all'1-2% di ipoclorito di litio, oppure di benzalconio cloruro sempre in soluzione acquosa all'0,2%. Il benzalconio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora e alghe. L'effetto nel controllo algale e della microflora non risulta però persistente. Può essere utilizzato su varie superfici (vetro, metallo, pietra, marmo, ceramica, carta).

Clorotriazina

Il prodotto, posto in commercio con il marchio Primatol M50, è una polvere bagnabile al 50% di principio attivo ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. L'inerzia chimica del principio attivo e la scarsissima solubilità, lo rendono molto stabile. Poiché agisce principalmente per assorbimento radicale, sarà particolarmente indicato per il trattamento delle infestanti sia a foglia larga (dicotiledoni) sia a foglia stretta (graminacee).

Metositriazina

Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol 3588, è formulato in polvere bagnabile al 25% di principio attivo, con il 2% di GS13529 è stato assegnato alla terza classe tossicologica. Per le sue caratteristiche chimiche è molto stabile nel terreno, ove penetra a maggior profondità rispetto al formulato precedente.

Questo agirà per assorbimento radicale e fogliare, sarà quindi caratterizzato da una vasta gamma di azione anche su infestanti molto resistenti. Sarà particolarmente adatto per applicazioni su strutture murarie.

Trattamenti disinfestanti del legno

Contro il capricorno delle case e l'hesperophanescineres sarà consentito l'uso di sostanze solubili in acqua solo in particolari condizioni; questi saranno a base di miscele, di fluoruro di sodio dinitrofenolo e bicromati, poliborati di sodio. In linea di massima potranno essere utilizzati prodotti a base di naftalina clorurata, hentaclorofenolo, ossido tributilico di stagno, tetraclorofenolo, paradichlorobenzolo, esaclorocicloesano.

Per il trattamento antimicetico è consentito l'uso di prodotti particolarmente efficaci anche contro gli insetti; prodotti a base di fluoruri, composti di cromo ed arsenico, pentaclorofenolo, ecc.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

La pulitura delle superfici di un manufatto storico è un'operazione molto complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di un'approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, al fine di determinare il processo chimico che innesta il degrado e di conseguenza scegliere le metodologie ed i prodotti più appropriati.

Sarà quindi vietato all'Appaltatore utilizzare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e della Committenza. Qualsiasi prodotto potrà essere utilizzato solo previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione. Tutti gli interventi dovranno essere eseguiti da tecnici specializzati e sotto il diretto controllo della Direzione Lavori.

La pulizia consiste in una serie di operazioni per rimuovere dalla superficie di un materiale le sostanze estranee, patogene, generatrici di degrado e si avvale di metodi fisici e/o chimici da impiegare con gradualità e intensità diversa in rapporto al tipo di sostanza che si intende eliminare. All'appaltatore sarà vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative e l'esplicita autorizzazione della D.L.

La pulitura dei materiali porosi deve in primo luogo rimuovere dalla loro superficie le sostanze patogene, rispettando la patina naturale, quando esista ancora, ed allontanando i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono proseguire l'azione di deterioramento. Inoltre, dal momento che nella maggior parte dei casi si interviene su materiale già profondamente degradato, il trattamento

ENRICO DUSI STUDIO

di pulitura dovrà essere attentamente calibrato: non dovrà provocare un'ulteriore indebolimento, a livello micro o macroscopico, esercitando un'azione troppo incisiva; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesi o esfoliati; non deve attivare sostanze che possono risultare dannose; deve arrestarsi, per proseguire con altre tecniche, qualora l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale.

Un primo livello di pulitura tende a rimuovere essenzialmente i depositi incoerenti (generalmente formati da particolato atmosferico, carbonioso o terroso) che si accumulano per gravità o dopo essere state veicolate da acqua atmosferica o di risalita (efflorescenze saline) e che non realizzano alcun tipo di coesione o di reazione con il materiale sottostante. Questo tipo di deposito possiede una debole potenzialità patogena, che varia moltissimo in rapporto alla composizione delle sostanze e al materiale su cui si sedimentano. Anche i tempi di aggressione possono essere differenti, e dipendono dalla presenza o meno di sostanze attivatrici (per lo più l'acqua, che entra in quasi tutte le reazioni patologiche) o catalizzatrici.

Un secondo livello di pulitura prevede la rimozione di depositi composti esclusivamente o prevalentemente da sostanze alloogene che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto con un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare (o intaccando in minima parte) la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipendono dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere ancora particolato atmosferico, penetrato in profondità, magari veicolato da acqua, oppure sali (carbonati) depositati per esempio da acqua di dilavamento, o presenti come macchie.

Un terzo livello di pulitura prevede invece la rimozione dello strato superficiale che si forma sul materiale allorché le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale di finitura, mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari, di reazione: è il caso dell'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche, o dei prodotti gessosi, che vengono definiti croste in ragione del loro aspetto, i quali si formano sui materiali lapidei. Perdurando l'apporto delle sostanze patologiche dall'esterno, si ha un progresso continuo dell'attacco in profondità, con distacco e caduta delle parti esterne degradate. Per rimuovere i materiali incoerenti sono sufficienti blandi sistemi meccanici: aspiratori, stracci, scope e spazzole in fibra vegetale – saggina - (meno incisive di quelle in materiale sintetico), aria compressa. Questi metodi possono venire integrati dall'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nailon o metalliche.

Per rimuovere i depositi fortemente coesi e solidarizzati i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte e, in molti casi (ad esclusione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli.

42.2 PULITURA CON ACQUA E AMMONIO

Pulitura delle aree interessate da accumuli di depositi polverulenti, da materiale incoerente col litotipo (vecchie integrazioni a base cementizia) con stesura di soluzione di ammonio carbonato e successivo risciacquo a bassa pressione. Si prevede la pulitura su materiali lapidei da eseguirsi mediante lavaggio con ammonio carbonato in soluzione acquosa con percentuali e tempi da definirsi a seguito di campionature "in situ" ed esclusivamente ad impacco su supporto a base di cellulosa e/o sepiolite. Operazione da eseguire con attenzione ed in modo accurato, per evitare di danneggiare gli elementi o le superfici da pulire.

In caso di depositi incoerenti (particolato atmosferico, residui organici e inorganici dovuti a consunzione) e di depositi coerenti (deiezioni animali, incrostazioni, ecc.), la rimozione nelle aree indicate dal progetto e precisate dalla D.L. verrà preceduta dall'analisi dello stato di conservazione degli elementi architettonici e/o delle superfici interessate dall'intervento, per un eventuale preconsolidamento.

42.3 PULITURA CON ACQUA

L'utilizzo di acqua per la pulitura dei materiali porosi richiederà la massima attenzione, in primo luogo nei confronti dei materiali stessi, che non dovranno risultare eccessivamente assorbenti.

A bassa pressione (3-4 atmosfere). Uno dei metodi meno abrasivi; i risultati migliori si ottengono nebulizzando o, meglio, atomizzando l'acqua, utilizzando appositi ugelli, in numero adeguato alla superficie da pulire: le goccioline d'acqua rimuovono i composti solubili e, data la piccola dimensione, raggiungono capillarmente la superficie da trattare. Non si potranno trattare materiali che possono essere danneggiati dall'acqua (molti tipi di rivestimenti, oltre, naturalmente, a legno e metalli) o che sono formati da sostanze solubili o comunque poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (come molte pietre, malte e pitture). Dato che il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni), è opportuno provvedere alla raccolta dell'acqua impiegata in grande quantità, effettuando il trattamento in periodi caldi.

È fondamentale impiegare acqua priva di impurità e di sali in soluzione, che si depositerebbero sulla superficie trattata.

Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'intervento dovrà avvenire a temperatura e pressione controllata. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 gradi centigradi ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

42.4 PULITURA CON ACQUA DEMINERALIZZATA NEBULIZZATA

L'utilizzo di acqua per la pulitura dei materiali porosi richiederà la massima attenzione, in primo luogo nei confronti dei materiali stessi, che non dovranno risultare eccessivamente assorbenti.

A bassa pressione (3-4 atmosfere). Uno dei metodi meno abrasivi; i risultati migliori si ottengono nebulizzando o, meglio, atomizzando l'acqua, utilizzando appositi ugelli, in numero adeguato alla superficie da pulire: le goccioline d'acqua rimuovono i composti solubili e, data la piccola dimensione, raggiungono capillarmente la superficie da trattare. Non si potranno trattare materiali che possono essere danneggiati dall'acqua (molti tipi di rivestimenti, oltre, naturalmente, a legno e metalli) o che sono formati da sostanze solubili o comunque poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (come molte pietre, malte e pitture). Dato che il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni), è opportuno provvedere alla raccolta dell'acqua impiegata in grande quantità, effettuando il trattamento in periodi caldi.

È fondamentale impiegare acqua demineralizzata, priva di impurità e di sali in soluzione, che si depositerebbero sulla superficie trattata.

Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'intervento dovrà avvenire a temperatura e pressione controllata. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 gradi centigradi ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per l'adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la

ENRICO DUSI STUDIO

formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

42.5 PULITURA CON INTERVENTO MICRO-ABRASIVO

L'intervento prevede l'utilizzo di aria compressa disidratata e ugelli in grado di proiettare inerti di vario tipo sulle superfici da pulire e durante l'esecuzione dovrà essere attentamente controllato e minimizzato. Si possono utilizzare ugelli di vario diametro (0,4 - 3 mm) da scegliere in rapporto alla pressione d'esercizio (2 - 5 atm), alla granulometria dell'inerte, al tipo di supporto da pulire. Gli inerti dovranno essere microsfere di ossido di alluminio da 150 mesh, e coefficiente di durezza della scala mosh pari a 9.

42.6 SISTEMI DI TIPO MECCANICO

Si potranno impiegare utensili di vario tipo quali spazzole di saggina o nylon, spugne, bisturi, spatole di legno o metalliche, microscalpelli, microtrapani, vibroincisori elettrici o ad aria compressa. Questi ultimi saranno da utilizzarsi per rimuovere puntualmente depositi consistenti di materiali di varia natura quali croste nere, depositi calcarei, stuccature cementizie, materiali incompatibili con il supporto.

42.7 TRATTAMENTO BIOCIDA

Trattamento disinfestante delle superfici attaccate da organismi biodeteriogeni autotrofi (piante rampicanti, muschi, patine e pellicole algali, incrostazioni di lecheni, ecc.), da attuarsi allo scopo di eliminare attacchi in atto e prevenirne il successivo sviluppo.

Il trattamento dovrà essere eseguito da personale specializzato con idoneo prodotto biocida in soluzione acquosa, da applicare a spugna, a pennello e/o a spruzzo e con l'ausilio, ove necessario di spazzole o bisturi per la preventiva rimozione localizzata di licheni e patine biologiche, nelle quantità e secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- soluzione variabile dal 2 al 4% di benzalconio cloruro in acqua deionizzata, o una soluzione al 3% a base di sali di ammonio quaternari con tempi di posa e rimozione controllati;
- Densità a 20 °C: 0,94 g/ml;
- Viscosità dinamica: 50 mPa*s;
- Punto di solidificazione: < -5°C;
- Punto di infiammabilità: 29 °C DIN 53213;
- Stabilità: temperatura da -5°C a +80°C; pH da 5 a 9;
- Miscibilità: miscibile in acqua in tutte le proporzioni;
- Compatibilità: limitata con tensioattivi anionici e con prodotti che li contengono.

In genere si raccomanda di iniziare ogni trattamento spruzzando una piccola quantità di soluzione sulle superfici infette, questo per evitare che le spore vive vengano sparse attorno.

E' necessario attendere dai 2 ai 4 giorni prima di eseguire una completa rimozione meccanica del microorganismo con spazzole di setole di nylon o naturali morbide.

Occorre evitare che la pioggia possa dilavare il prodotto nelle prime 24 ore seguenti il trattamento. Successivamente saturare nuovamente le superfici con la soluzione. Si consiglia di non effettuare alcun lavaggio successivo: le piccole quantità residue di prodotto non portano infatti a nessuna controindicazione, anzi impartiranno una eventuale protezione nei confronti del ritorno di microrganismi.

Dovrà essere posta particolare attenzione durante la manipolazione del prodotto concentrato, utilizzando appropriati dispositivi di protezione individuale anche durante l'applicazione dello stesso.

42.8 IMPACCHI DI COMPOSTO A BASE DI BICARBONATO D'AMMONIO

Trattamento di pulizia da depositi superficiali, macchie oleose e alterazioni cromatiche, mediante esecuzione di impacchi di composto a base di bicarbonato di ammonio a 5% (AB57) con supporto di polpa di cellulosa applicata a pennello. Passato il giusto tempo di posa degli impacchi, sarà necessario procedere al lavaggio delle superfici con acqua demineralizzata nebulizzata.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 43 RESTAURO CONSERVATIVO DEI MATERIALI LAPIDEI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I prodotti utilizzati, previa autorizzazione della D.L., dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- reversibilità;
- buona resistenza meccanica ed all'abrasione;;
- inerzia chimica: non deve contenere ali ed avere elevata stabilità agli agenti atmosferici;
- facilità di colorazione;
- facilità di utilizzo;
- facilità di lavorazione: con opportuni trattamenti si potranno ottenere effetti di finitura diversi;
- atossicità.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**43.1 ASPORTAZIONE STUCCATURE**

Rimozione delle stuccature a base cementizia e/o incompatibili col litotipo; l'operazione sarà eseguita manualmente con l'ausilio di bisturi, microscalpelli, scalpelli.

43.2 PRECONSOLIDAMENTO

La lavorazione consiste nel ristabilimento parziale della coesione (preconsolidamento) del materiale lapideo.

In questa fase sarà opportuno agire con prodotti molto fluidi e costituiti da sostanze aventi molecole molto corte, al fine di garantire una maggiore penetrazione all'interno del materiale lapideo fino all'ancoraggio sul materiale integro. Le resine proposte sono resistenti all'invecchiamento, idrorepellenti, elastiche e traspirabili al vapore acqueo. I metodi di applicazione proposti sono da mettere in relazione diretta alla porosità del materiale lapideo da trattare; si basano sempre sulla proprietà capillare perciò è necessario mantenere sempre bagnata la superficie lapidea col consolidante.

Le modalità di applicazione e il tipo di diluizione verranno stabiliti dopo accurate analisi e dopo le opportune campionature atte all'accertamento della porosità e alla capacità di penetrazione dei diversi prodotti impiegati di tipo minerale o sintetico.

In genere, si procederà mediante impregnazione per mezzo di pennelli, siringhe, pipette, propedeutica alle operazioni di pulitura: inclusi gli oneri relativi alla rimozione degli eccessi del prodotto consolidante, per una diffusione del fenomeno entro il dmq, su opere situate in ambiente esterno.

43.3 TASSELLATURA

Integrazioni di parti mancanti di pietra al fine di restituire unità di lettura all'opera o anche di ricostituire parti architettoniche o decorative strutturalmente necessarie alla conservazione delle superfici circostanti, da eseguire su tutte le opere, inclusi gli oneri relativi ai saggi per la composizione di malte idonee per colorazione e granulometria alla lavorazione superficiale della malta, alla lavorazione di pietra con caratteristiche simili a quella originale per conformazione e composizione, alla eventuale equilibratura cromatica delle integrazioni con l'originale; inclusi gli oneri relativi al posizionamento e all'incollaggio e /o inperniatura delle parti ricostruite, con Betoncino pronto a base di calce idraulica naturale TASSULLO FENIX o similari conforme alla UNI EN 459-1, classificata NHL5 e soggetta a marcatura CE secondo la normativa vigente ed inerti selezionati con granulometria da 0 a 4 mm tipo TASSULLO T30RC adatto alla realizzazione di rinzaffi consolidanti, riempimenti e tamponature, realizzazione di giunti in murature faccia a vista e allettamento mattoni o sassi, di peso specifico pari a 1800 + 1900 Kg/m3, di classe CS IV - M5 di resistenza a compressione (classificazione rispettivamente secondo UNI EN 998-1 e UNI EN 998-2), modulo elastico di circa 11000 N/mm2, resistenza allo sfilamento di barre d'acciaio > 2,6 N/mm2, resistenza alla diffusione del vapore (m) pari a 12, pH > 10.5 e di classe A1 di reazione al fuoco.

43.4 STUCCATURA

Applicazione manuale di stuccature di superficie a ribasso di alcuni mm dalla superficie del materiale lapideo, composte da calce esente da sali ed inerti di polvere carbonatica macinata fine (come da litotipo originale) ed eventuale aggiunta di Acril 33 in percentuale dal 3 al 5%. Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, infiltrazioni d'acqua, ...) un'adeguata resistenza.

Previo esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie) e bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire.

La stuccatura di superficie sarà eseguita con calca idrata in polvere (tipo Lafarge) e polvere d'inerti, eventualmente addizionato con un minimo quantitativo di resina acrilica (tipo Primal AC33 in soluzione acquosa al 10%- vedi. Scheda tecnica prodotto); la carica dell'impasto sarà di pietra macinata; verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo analogo in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità.

ENRICO DUSI STUDIO

43.5 PIGMENTAZIONE STUCCATURE

Pigmentazione stuccature, velatura, su superfici orizzontali e verticali, con tinte a base di calce e terre colorate, leggermente additivata con massimo 3% di resina acrilica, data a più mani con diverse diluizioni al fine di dare uniformità con le parti contermini ed al complesso. Il prezzo è comprensivo di prove e campionature e di ogni altro onere inerente e/o conseguente per dare l'opera perfettamente compiuta. Computazione in ragione della effettiva superficie trattata, anche per piccole porzioni.

43.6 PROTEZIONE SUPERFICIALE

Allo scopo di creare un film di sacrificio che protegga la pietra dagli agenti atmosferici, si procederà all'applicazione di un protettivo idrorepellente silossanico. Tale sostanza presenterà buone caratteristiche di reversibilità, non ingiallimento, compatibilità col materiale lapideo, elasticità, notevole resistenza all'azione combinata dei raggi U.V. e degli agenti atmosferici. Tale prodotto, inoltre, non altera cromaticamente il materiale lapideo.

La diluizione dell'idrorepellente dovrà essere fatta con i solventi prescritti dal produttore e specifici per ciascun sistema al fine di evitare alterazioni delle caratteristiche fisico-chimiche degli stessi. La temperatura ambiente e quella delle superfici da proteggere dovrà stare nei limiti prescritti per ciascun materiale; lo stato igrometrico dovrà essere compreso intorno ai valori di umidità relativa del 65-70% e non dovrà mai superare l'85%; in presenza di valori alti di U.R. ed in caso di piogge, l'appaltatore dovrà rimandare l'operazione in giorni con condizioni ambientali ottimali. Inoltre, dovrà assicurarsi che ogni mano di protettivo raggiunga un adeguato grado di durezza e di essiccazione prima di applicare la mano successiva.

Anche con tempo particolarmente favorevole, il periodo di essiccazione e/o di stagionatura non dovrà essere inferiore a quella prescritta dal produttore. L'applicazione potrà essere eseguita con i seguenti sistemi.

Salvo casi particolari, la prima mano dovrà essere data a pennello, per ottenere una buona penetrazione dell'idrorepellente. I pennelli dovranno essere di ottima marca, fabbricati con setole vulcanizzate o sintetiche, dovranno essere ben imbevuti di materiale; le pennellate saranno date con pennello inclinato a 45 gradi rispetto alla superficie e i vari strati di consolidante/idrorepellente saranno applicati incrociati (ognuno in senso normale rispetto al precedente). Ad ogni interruzione del lavoro, i pennelli dovranno essere accuratamente puliti con apposito diluente.

In alternativa campionatura e stesura di protettivo polisilossanico idrorepellente tipo CTS Silo 111 o Idrorepel della CIR o similari.

43.7 ROCCIA RIGENERATA

Ricostruzione di porzioni mancanti di paramenti in pietra non portanti o stuccatura di fessurazioni mediante fornitura e posa in opera di composto di inerti selezionati, costituiti da granulati di pietre naturali e resine epossidiche tipo Templum Stucco della CTS o similare, di equivalenti o superiori caratteristiche.

La miscela dovrà essere realizzata ed utilizzata secondo le indicazioni della ditta produttrice e dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche:

- densità apparente: 2 kg/l;
- tempo di presa: 24 h a 25 °C;
- reversibilità tramite solventi o temperatura superiore a 150 °C;
- resistenza a flessione 2 MPa (secondo UNI EN 196/1);
- resistenza a compressione: 5,1 MPa (secondo UNI EN 196/1);
- inerzia chimica ed elevata stabilità agli agenti atmosferici.

In generale applicare il prodotto su superfici perfettamente asciutte e pulite. Per stuccature di microfratture, fessure, sfogliature, applicare direttamente con spatole o bisturi. Nel caso di ricostruzioni in oggetto applicare come prime dell'adeguata resina epossidica. Per grosse ricostruzioni o qualora non si voglia utilizzare il primer bisognerà ricorrere all'ausilio di impernature con barre in vetroresina. Non lavorare a temperature inferiori a 10 °C. Per riproduzioni utilizzare esclusivamente calchi in gomma siliconica.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 44 PAVIMENTAZIONI IN PORFIDO**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Tutti i materiali porfirici trattati nel presente Capitolato Speciale devono provenire esclusivamente dalle cave del Trentino, ed in particolare dalle cave della zona di Albiano e con certificato di qualità "Kern".

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei porfidi rientrano nei seguenti limiti, stabiliti da ricerche e prove dell'Università di Pisa:

carico di rottura a compressione	Kg/cm ²	2602/2902
carico di rottura a compressione dopo gelività	Kg/cm ²	2556/3023
coefficiente di imbibizione (in peso)	%	5,25/7,65
resistenza a flessione	Kg/cm ²	227/286
prova d'urto: altezza minima di caduta	cm	60/69
coefficiente di dilatazione lineare termica	mm/m/°C	0,00296/0,007755
usura per attrito radente		0,36/0,60
peso per unità di volume	Kg/m ³	2543/2563

Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere: grigio, grigio-rosso, grigio-viola, rossastro, violetto.

44.1 CUBETTI

Sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato.

Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti:

- 4/6,
- 6/8,
- 8/10,
- 10/12.

Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con la tolleranza di 1 cm. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro.

La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità.

Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra.

- il tipo 4/6 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 4 e i 6 cm., con 1 cm di tolleranza. Il peso per m² misurato in opera dovrà essere compreso fra i 90 e i 100 Kg,
- il tipo 6/8 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 6 e gli 8 cm, con 1 cm di tolleranza. Il peso per 1 m² misurato in opera dovrà essere compreso fra i 130 e i 140 Kg,
- il tipo 8/10 dovrà avere gli spigoli variabili fra gli 8 e i 10 cm, con 1 cm di tolleranza. Il peso per 1 m² misurato in opera dovrà essere compreso fra i 170 e i 190 Kg,
- il tipo 10/12 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 10 e i 12 cm, con 1 cm di tolleranza. Il peso per m² misurato in opera dovrà essere compreso fra i 220 e i 250 Kg.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso, con la tolleranza prevista. La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate.

I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

44.2 PIASTRELLE**44.2.a Piastrelle a spacco regolari**

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Maggiori o minori spessori potranno essere richiesti dalla D.L. per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti.

Può essere consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di non più di 1 cm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra.

Le larghezze di normale lavorazione sono di cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso fra i 90/100 Kg

44.2.b Piastrelle fresate:

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti dalla D.L. per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso fra i 90/100 kg

44.2.c Piastrelle semilucidate con coste fresate:

La superficie dovrà essere semilucidata (al 70% piano lucido, al 30% piano cava, circa). Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

ENRICO DUSI STUDIO

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso fra i 90/100 Kg.

44.2.d Piastrelle lucidate con coste fresate:

La superficie dovrà essere lucidata. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa.

Il peso sarà di circa 50 Kg a m²

44.2.e Piastrelle fiammate con coste fresate:

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta).

Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa.

Il peso sarà di circa 50 Kg a m²

Le piastrelle saranno fornite su palette.

44.3 LASTRE IRREGOLARI (OPUS INCERTUM)

Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari. Le lastre vengono distinte in:

- tipo normale: La diagonale media dovrà essere di cm 25/30. Sarà tollerata la percentuale di scarto, dovuta alle operazioni di carico, scarico e avvicinamento a piè d'opera. Lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm il peso di 1 m² sarà di circa 85 Kg
- tipo sottile: La diagonale media dovrà essere di cm 25/30. Lo spessore potrà variare da 1 a cm 21/2. Il peso di 1 m² sarà di circa 60 Kg
- tipo gigante: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi. La diagonale media dovrà essere in cm 40/50. Lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm Il peso di 1 m² sarà di circa 100 Kg

Le lastre irregolari potranno essere fornite sfuse, o su palette.

44.4 BINDERI

Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco e dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- larghezza cm 10 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 6/10 - peso Kg 22 circa per m.
- larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 10/15 peso Kg 32 circa per m.
- larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso Kg 45 circa per m.
- larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso Kg 55 circa per m.

44.5 CORDONI

Per formazioni di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.

44.5.a Cordoni a spacco:

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) a spacco di cava. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/30 peso per m: Kg 25
- cm 7 x 20/30 peso per m: Kg 40
- cm 8 x 20/30 peso per m: Kg 45
- cm 10 x 20/30 peso per m: Kg 65
- cm 12 x 20/30 peso per m: Kg 85
- cm 15 x 20/30 peso per m: Kg 110

44.5.b Cordoni segati:

Dovranno avere le due facce, quella nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato.

L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per m: Kg 25
- cm 7 x 20/25 peso per m: Kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per m: Kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per m: Kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per m: Kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per m: Kg 110

44.5.c Cordonetti per aiuole

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 30 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come di seguito indicato:

- cm 5/6 x 20/30 peso per m² Kg 25

ENRICO DUSI STUDIO

cm	7/8 x 20/30 peso per m ²	Kg	35
cm	10 x 20/30 peso per m ²	Kg	65

44.6 SOGLIE CARRAIE – PLINTI – BOCCHIE DI LUPO

Le soglie carraie dovranno essere a piano naturale di cava in larghezza da cm 42 o 52, in lunghezze "a correre"; lo spessore potrà essere da 6 a 10 cm, la costa a spacco o fresata.

I plinti saranno quadrati, in cm 40 x 40 oppure 50 x 50, lavorati esclusivamente alla bocciarda.

Le bocche di lupo saranno ricavate dai cordoni, con lavorazioni alla punta o alla fresa, secondo le misure richieste.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi.

Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1.5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa. Anche per il porfido miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro, ripartisce i carichi di sollecitazione. Il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente rullato e a cilindratura chiusa.

I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione di pavimentazioni in porfido, l'Ente Appaltante si riserverà la facoltà di impiegare uno dei quattro tipi di cubetti di normale produzione, descritti all'art. 8 del presente Capitolato Speciale.

La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- a) intensità e natura del traffico;
- b) destinazione e collocazione ambientale;
- c) motivazioni architettoniche;

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico.

44.7 POSA IN OPERA DI CUBETTI

La pavimentazione di cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a:

cm 8/10	per il cubetto tipo 4/6
cm 11/13	per il cubetto tipo 6/8
cm 13/15	per il cubetto tipo 8/10
cm 15/17	per il cubetto tipo 10/12

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia, come indicato all'art. 27, o di sabbia premiscelata a secco con cemento (Kg 10 circa per m²).

I cubetti di porfido potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", o a "coda di pavone".

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima di cm 1. Verrà, quindi, disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. Durante tale fase si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1.5 %.

Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido sarà la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire:

- a) *con semplice sabbia*: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe sino a completa chiusura.
- b) *con boiaccia cementizia*: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciar riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa pulizia del pavimento.

44.8 POSA IN OPERA DI PIASTRELLE REGOLARI

Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che sarà quasi esclusivamente in calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm. Sarà necessario infatti che la piastrella - di spessore variante fra i 2 e i 5 cm - poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4-5 cm. La malta dovrà essere un impasto di sabbia come indicato all'art. 27 con cemento normale di tipo 325. Il cemento andrà dosato per quintali 21/2 per me. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra circa 1 cm e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia. Alla fine della giornata di posa si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura.

Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno l' 1÷2% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni a formazione di cunette. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra. Se le cunette saranno sollecitate dal traffico automobilistico pesante sarà importante mettere in opera piastrelle di spessore superiore al normale.

ENRICO DUSI STUDIO

44.9 POSA IN OPERA DI LASTRE IRREGOLARI AD OPERA INCERTA

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema descritto più sopra all'art. 33, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

44.10 POSA IN OPERA DI CORDONI E BINDERI

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire - ove necessario - lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stilatura dei giunti con boiaccia cementizia.

44.11 POSA IN OPERA DI SMOLLERI

Dovranno essere posti in opera a coltello e per filari di spessore pressoché costante. La posa in opera potrà avvenire su letto di sabbia premiscelata a secco con cemento (q.li 2 per me. circa) e in filari diritti ortogonali al senso di marcia della strada, oppure a spina di pesce. Si procederà, quindi, alla insabbiatura ed alla battitura con vibratore meccanico in presenza di acqua, e si riempiranno gli interstizi con sabbia miscelata a secco con cemento. Si pulirà poi il pavimento per ottenere la perfetta intasatura e si procederà ad un rapido lavaggio a pioggia della superficie.

44.12 POSA IN OPERA DEGLI ALTRI ELEMENTI IN PORFIDO

Per tutti gli altri elementi in porfido come gradini, alzate, copertine, sassi da muro, bugnato, soglie, masselli ecc. si osserveranno le regole di posa in opera comuni ad altri tipi di pietre naturali.

44.13 RIPARAZIONI E RIPRISTINI

Per l'esecuzione di riparazioni a vecchie pavimentazioni in porfido (scavi per fognature, tubazioni gas o cavi elettrici ecc.) si procederà:

- al riempimento dello scavo, ma con la necessaria graduale costipazione;
- alla ricostruzione di un sottofondo analogo a quello esistente sul resto del pavimento, meglio ancora se più resistente, per opporsi ad eventuali cedimenti;
- alla rimessa in loco del materiale asportato all'atto dello scavo, previa pulitura dello stesso dalla sabbia o dalla malta che vi sia rimasta attaccata. Si sostituiranno i materiali rotti o deteriorati o andati perduti.
- il resto delle operazioni di posa e sigillatura sarà del tutto analogo ad una nuova pavimentazione.

Nel caso di pavimentazioni in cubetti e per ottenere un soddisfacente risultato si dovrà procedere all'ulteriore demolizione del vecchio pavimento ai lati dello scavo, fino alla chiave dei rispettivi archi, ed alla quale si potranno meglio agganciare i nuovi cubetti.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 45 PAVIMENTAZIONI IN PIETRA DI LUSERNA

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Tutti i materiali porfirici trattati nel presente Capitolato Speciale devono provenire esclusivamente dalle cave del Trentino, ed in particolare dalle cave della zona di Albiano e con certificato di qualità "Kern".

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei porfidi rientrano nei seguenti limiti, stabiliti da ricerche e prove dell'Università di Pisa:

carico di rottura a compressione	Kg/cm ²	2602/2902
carico di rottura a compressione dopo gelività	Kg/cm ²	2556/3023
coefficiente di imbibizione (in peso)	%	5,25/7,65
resistenza a flessione	Kg/cm ²	227/286
prova d'urto: altezza minima di caduta	cm	60/69
coefficiente di dilatazione lineare termica	mm/m/°C	0,00296/0,007755
usura per attrito radente		0,36/0,60
peso per unità di volume	Kg/m ³	2543/2563

Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere: grigio, grigio-rosso, grigio-viola, rossastro, violetto.

45.1 BINDERI

Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco e dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- larghezza cm 10 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 6/10 - peso Kg 22 circa per m.
- larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 10/15 peso Kg 32 circa per m.

ENRICO DUSI STUDIO

- larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso Kg 45 circa per m.
- larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso Kg 55 circa per m.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

- La posa in opera dei pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi.
- Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1.5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa. Anche per il porfido miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro, ripartisce i carichi di sollecitazione. Il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente rullato e a cilindratura chiusa.
- I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.
- Nell'esecuzione di pavimentazioni in porfido, l'Ente Appaltante si riserverà la facoltà di impiegare uno dei quattro tipi di cubetti di normale produzione, descritti all'art. 8 del presente Capitolato Speciale.
- La scelta del tipo sarà effettuata considerando:
 - a) intensità e natura del traffico;
 - b) destinazione e collocazione ambientale;
 - c) motivazioni architettoniche;
- In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico.

45.2 POSA IN OPERA DI CORDONI E BINDERI

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire - ove necessario - lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stilatura dei giunti con boiacca cementizia.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 46 PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI CALCESTRUZZO, CORDONATE, ACCIOTTOLATI E SELCIATI**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali per pavimentazione, piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, ed alle norme U.N.I. vigenti.

Si prescrive tassativamente che per ogni superficie omogenea da pavimentare, a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori, gli elementi di pavimentazione dovranno essere di aspetto, colore, dimensioni, grado di ruvidezza e spessore assolutamente uniformi, e recare sul retro il marchio del produttore; ogni confezione dovrà riportare le indicazioni generali e le caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto.

Gli elementi dovranno essere sempre delle fabbriche più note, della prima scelta commerciale, e, qualora il Direttore dei lavori lo ordini per iscritto, potranno essere della seconda scelta con l'applicazione di un coefficiente, al prezzo di quelle di prima, pari a 0,70.

46.1 CUBETTI IN PIETRA

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed.1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 -Ed. 1945". I cubetti dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce piane e, salvo diverse disposizioni, avranno caratteristiche uniformi.

46.2 MATTONELLE E MARMETTE DI CEMENTO

Le mattonelle, le marmette e i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione, a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani, non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore.

La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi.

Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm 7.

Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.

46.3 MASSELLI DI CALCESTRUZZO

Saranno utilizzati prevalentemente all'esterno e risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87. Il massello sarà a doppio strato, autobloccante e realizzato mediante stampaggio multiplo in calcestruzzo pressovirato, di dimensioni approssimative mm 220 x 70, con spessore di mm 60 - 70, potranno essere utilizzate a discrezione del Direttore dei lavori, anche misure diverse, come ad esempio cm 20 x 40. L'impasto dello strato superficiale sarà a base di quarzo colorato con pigmenti di ossidi di ferro.

46.4 PIETRINI IN CEMENTO

I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

Dovranno rispondere alle norme U.N.I. 2623 - 44 e seguenti.

46.5 PIETRINI E MATTONELLE DI TERRACOTTA GREIFICATE

Le mattonelle e i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto intero lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana. Dovranno rispondere alle U.N.I. 6506-69.

Sottoposte a un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensioni che saranno richieste alla Direzione dei lavori.

46.6 PEZZAMI PER PAVIMENTI A BOLLETTONATO

I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm, di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

46.7 CORDONATA IN PIETRA

Dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma di misurazione U.N.I. 2712. La sezione dei cordoni non sarà inferiore a cm 15x26. L'unione dei vari elementi fra loro sarà effettuata con ingallettatura.

Gli elementi costituenti i cordoni dovranno essere di lunghezza non inferiore a m 1.00, fatta eccezione per gli elementi terminali.

I cordoni saranno collocati in opera su idonea fondazione di muratura di pietrame, di mattoni o di conglomerato cementizio e dovranno risultare perfettamente allineati ed in piano. Le bocchette di scarico da inserire nei cordoni dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma di unificazione U.N.I. 2713.

I risvolti per ingressi carrai (girocarro) dovranno essere conformi alle precisazioni della norma di unificazione U.N.I. 2714.

ENRICO DUSI STUDIO

46.8 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO VIBRO-COMPRESSO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo saranno di lunghezza un metro e con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei lavori.

La resistenza caratteristica è richiesta di classe 300.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo di 10 cm di spessore e rinfiacati in modo continuo da ambo i lati, fino ad un'altezza di 3 cm al di sotto del piano stradale finito più basso, e fino a 8 cm al di sotto del piano più alto. La sezione complessiva del calcestruzzo per il letto e il rinfiacco sarà di cm² 600. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento. Gli elementi in curva saranno di dimensioni minori per seguire le curvature di progetto della cordonata.

46.9 CORDONATA IN CEMENTO

Specifica per aiuole spartitraffico con elementi di varie lunghezze, sia retti che curvi, a goccia per testata o per angoli, posati su qualsiasi tipo di pavimentazione o su terreno naturale preventivamente preparato e spianato, compresa la gettata di calcestruzzo a q.li 2 di cemento per mc. di impasto sulle cavità degli elementi e negli interstizi all'interno della cordonatura per l'ancoraggio della stessa.

La sigillatura dei giunti tra i vari elementi va eseguita con malta di puro cemento.

46.10 CIOTTOLI PER SELCIATI

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D. L. secondo l'impiego cui sono destinati.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

46.11 MARCIAPIEDI RIALZATI

I marciapiedi rialzati sono in genere costituiti da cordoni di pietra o di conglomerato cementizio sia retti che curvi lavorati secondo le sagome prescritte.

L'ossatura del marciapiede dovrà essere costituita da muratura di pietrame, da ghiaia in natura o altro materiale idoneo dello spessore di 15-20 cm con sovrastante massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 8 cm.

Il successivo pavimento del marciapiede dovrà essere sostituito, se non altrimenti disposto, con pietrini di cemento e mattonelle di asfalto alettati con malta cementizia o con emulsione bituminosa al 55%. Le fondazioni sia delle cordonate che dell'ossatura del marciapiede dovranno realizzare una efficace solidità in modo da evitare ogni minimo cedimento.

Per eventuali pavimentazioni in ghiaio lavato gettato in opera in lastre prefabbricate di cemento e ghiaio in masselli di calcestruzzo autobloccanti od altro, ove siano previsti e ordinati, l'Appaltatore dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la Direzione Lavori, anche in mancanza di appositi prescrizioni nel presente Capitolato.

46.12 ACCIOTTOLATI

I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da cm 10 a 15, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da mm 8 a 10.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto.

A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

46.13 SELCIATI

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di cm 10 e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo di avere stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di cm 3 e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessioni.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessioni stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemprata con acqua e ridotta allo stato liquido. Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posto i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di cm 10, di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

46.14 PAVIMENTAZIONI DIVERSE

Per l'eventuale esecuzione di pavimenti, conglomerati asfaltici, bituminosi, catramosi, macadam, ecc., sopra sottofondi in cemento o macadam cilindrato; mattonelle in grès, asfalto, cemento ecc.; pavimenti in legno; gomma, ghisa e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati, e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne non è il caso di estendersi, nel presente Capitolato, a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti ed ordinati, l'Impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la Direzione dei lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni nei Capitolati speciali da redigere per i lavori da appaltare.

ENRICO DUSI STUDIO

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti o lastre di porfido saranno anch'essi pagati a metro quadrato in base alla superficie vista, limitata dal vivo dei muri o dai contorni. Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia e di malta, ogni compenso per riduzioni, tagli o sfridi di lastre, di pietra o ciottoli nonché per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti e sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato. I prezzi di elenco sono applicabili invariabilmente qualunque sia (piana o curva) la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera i materiali.

I marciapiedi saranno pagati a metro quadrato in base alla superficie vista, limitata dal vivo dei muri e dalle cordone.

La valutazione delle cordonature secondo i tipi sarà effettuata a metro lineare misurato a lavoro eseguito secondo le modalità espresse nei rispettivi Articoli dell'Elenco Prezzi compresi i risvolti per gli ingressi carrai (girocarri) la cui incidenza è stata considerata nella formulazione dei relativi articoli di elenco prezzi.

Art. 47 PAVIMENTAZIONI PERMEABILI IN CALCESTRE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

- larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso Kg 55 circa per m.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

- La posa in opera dei pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 48 GIUNTI DI DILATAZIONE

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

48.1 ALLUMINIO

Caratteristiche del materiale:

Materiale	Alluminio 6060	Alluminio 6063
Resistenza a trazione		
Tensione di snervamento Rp 0,2	min. 160 N/mm ²	min. 215 N/mm ²
Tensione a rottura Rm	min. 215 N/mm ²	min. 245 N/mm ²
Allungamento A5	min. 6%	min. 6%
Durezza		
Numero di orientamento	ca. 10-13	ca. 10-15: secondo Webster B
Numero di orientamento	ca. 60	ca. 70: secondo Vickers
Conducibilità termica a 20°C	190 W/m °C	190 W/m °C
Densità	2,7 kg/dm ³	2,7 kg/dm ³
Coefficiente di dilatazione termica	23 x 10 ⁻⁶ / °C	23 x 10 ⁻⁶ / °C
Modulo di elasticità	70.000 N/mm ²	70.000 N/mm ²
Modulo di rigidità	27.000 N/mm ²	27.000 N/mm ²
Coefficiente di Poisson	0,33	0,33
Resistenza al fuoco	A1	A1

48.2 INSERTI

48.2.a INSERTI IN GOMMA E PVC

Gli inserti realizzati con questo materiale sono prodotti con una combinazione di componenti in gomma e PVC speciale (tipo NITRIFLEX®). Questo materiale viene applicato in giunti strutturali soggetti a traffico pesante in modo rapido ed economico, usando la tecnologia della saldatura termoplastica. Sono caratterizzati da un massimo allungamento a rottura, da una ottima durabilità e resistenza chimica, sono resistenti all'invecchiamento e a soluzioni acide e alcaline, all'ossigeno, a olii, microbi e raggi UV e da un valore di elasticità costante nel tempo. Tale materiale è privo di piombo, cadmio, formaldeide e idoneo ad uso esterno.

Caratteristiche del materiale:

Durezza A	67 +/- 5 gradi	DIN 53505
Densità	1,25 +/- 0,02 g/m ³	ISO R 1183
Resistenza a trazione	≥ 10 N/mm ²	ISO R 527-2
Allungamento a rottura	≥ 350 %	ISO R 527-2
Allungamento a strappo a 23 °C	≥ 350 %	DIN 53504
Resistenza allo strappo a -20°C	≥ 200 %	DIN 53504
Tolleranza lineare	+/- 0,7 %	DIN 16941
Coefficiente di dilatazione termica	15 - 17 x 10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN 53752
Resistenza al fuoco	B2	

48.2.b INSERTI IN PVC

Gli inserti realizzati con questo materiale sono prodotti con PVC plastico (tipo BESAFLEX®) e sono caratterizzati da buone prestazioni tecniche ed alta economicità. Tale materiale è privo di piombo, cadmio, formaldeide e idoneo ad uso esterno.

ENRICO DUSI STUDIO

Gli inserti in PVC plastico morbido possono essere comunemente utilizzati in tutti i casi di sollecitazioni standard e sono resistenti all'invecchiamento e a soluzioni acide e alcaline, all'ossigeno e non perdono le loro caratteristiche nel tempo.

Caratteristiche del materiale:

Durezza A	75 +/- 5 gradi	DIN 53505
Densità	1,4 +/- 0,03 g/m ³	ISO R 1183
Resistenza a trazione	≥ 8 N/mm ²	ISO R 527-2
Allungamento a rottura	≥ 275 %	ISO R 527-2
Allungamento a strappo a 23° C	≥ 275 %	DIN 53504
Resistenza allo strappo	≥ 12 N/mm ²	ISO 34-1
Tolleranza lineare	+/- 0,7 %	DIN 16941
Coefficiente di dilatazione termica	15 - 17 x 10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN 53752
Resistenza al fuoco	B2	

48.2.c INSERTI IN TPE

Gli inserti realizzati con questo materiale sono prodotti con elastomero termoplastico. Gli elastomeri sono polimeri mescolati a gomma sintetica. Tale materiale è privo di piombo, cadmio, formaldeide e idoneo ad uso esterno.

È un materiale ideale per utilizzo in strutture sottoposte a grossi movimenti, con frequenti variazioni di carichi e temperatura. La saldatura di questo materiale richiede una vulcanizzazione.

Caratteristiche del materiale:

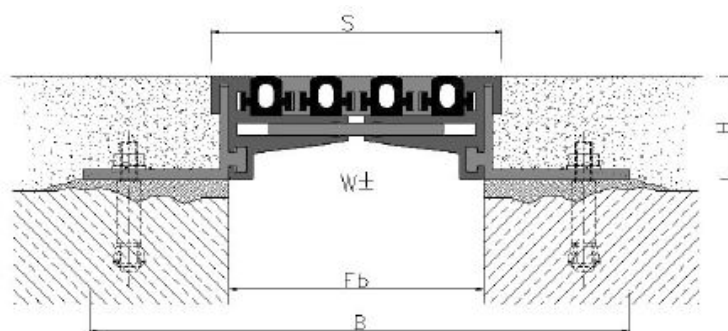
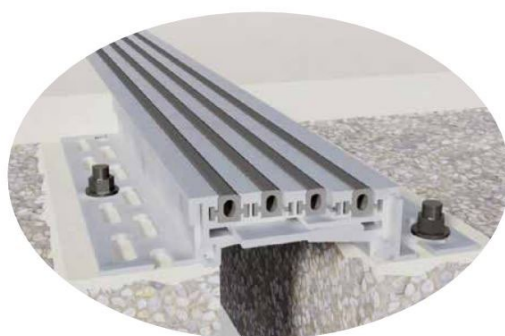
Durezza A	62 +/- 5 gradi	DIN 53505
Densità	1,11 +/- 0,03 g/m ³	ISO 2781
Resistenza a trazione	≥ 12 N/mm ²	DIN 53504
Allungamento a strappo	800 %	DIN 53504
Resistenza a rottura	27 N/mm ²	ISO 34 metodo C
Tolleranza lineare	+/- 0,5 %	ISO 3302-1
Coefficiente di dilatazione termica	15 - 17 x 10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN 53752
Temperatura di esercizio	> - 60° C	BS 2782, parte 1
Tensione residua a compressione	≤ 0 %	ISO 815 tipo B
Resistenza ai raggi UV e ozono	non provocano strappi e rotture	ISO 1431/1
Resistenza al fuoco	B2	

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

48.3 INSTALLAZIONE GIUNTI PER PAVIMENTI

Caratteristiche:

Giunto strutturale tipo HALFEN o similare in alluminio e Nitriflex ® secondo DIN 18 541, a perfetta tenuta, adatto per zone sismiche, con inserto intercambiabile, da posare sulla soletta, compresi tutti gli accessori, i tasselli di fissaggio, i pezzi speciali, i certificati di prova, caratteristiche e resistenze chimico-fisiche e certificati ISO.



ENRICO DUSI STUDIO

Larghezza del giunto (Fb): 80 mm

Altezza del profilo (H): in base all'altezza del massetto

Dilatazione (w +/-): 18 mm

F _b [mm]	080	100
H [mm]	35 / 40* / 50 / 55* / 60 / 80 / 100	
B [mm] ca.	185 (205*)	205 (225*)
S [mm] ca.	100	120
w [mm] ca.	18 (± 9)	24 (± 12)
Colore	nero, grigio	
Materiale	NITRIFLEX [®] , alluminio	
Lunghezza standard	4 m	

Indicazioni generali di posa:

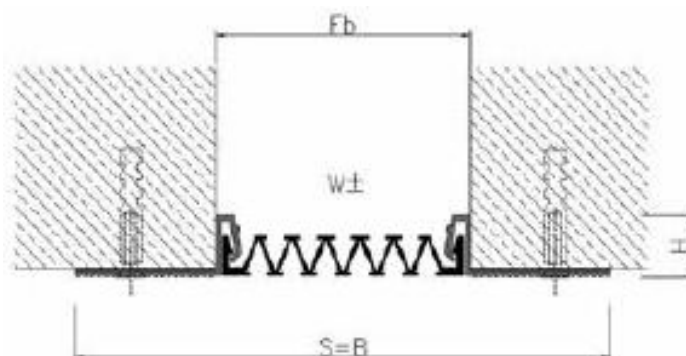
- La larghezza del giunto deve essere uguale sia nel sottofondo che nel pavimento.
- Preparare i bordi del giunto prima della posa.
- Le superfici del giunto in alluminio che verranno poi in contatto con il pavimento, devono essere pulite prima dell'installazione, o sgrassate con un comune detergente.
- Provvedere se necessario a livellare il sottofondo prima di posare il giunto sulla soletta. In caso usare uno strato di malta plastica (s D = 5,5 N/mm²) su tutta la superficie d'appoggio del giunto, oppure utilizzare spessori metallici.
- Per garantire un idoneo fissaggio alla soletta (deve essere almeno di cls R_{ck} >250), i tasselli devono essere opportunamente dimensionati in funzione dei carichi. Utilizzate tasselli ad espansione.
- Rispettate le distanze minime dei tasselli dai bordi.
- Se viene usato uno strato sigillante superficiale, sigillare anche gli ancoraggi.
- Se necessario applicate un prodotto sigillante tra il pavimento e il profilo del giunto.

48.4 INSTALLAZIONE GIUNTI PER PARETI E SOFFITTI

Caratteristiche:

Giunto strutturale tipo HALFEN o similare in alluminio e Besaflex[®] secondo DIN 18 541, a perfetta tenuta, adatto per zone sismiche, con inserto intercambiabile, da posare su superfici finite / sotto intonaco, compresi tutti gli accessori, i tasselli di fissaggio, i pezzi speciali, i certificati di prova, caratteristiche e resistenze chimico-fisiche e certificati ISO.

GIUNTI SU SUPERFICI FINITE



Larghezza del giunto (Fb): 80 mm

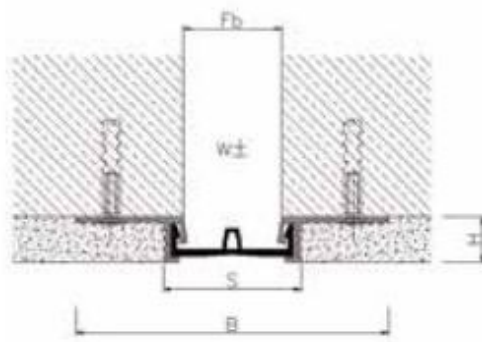
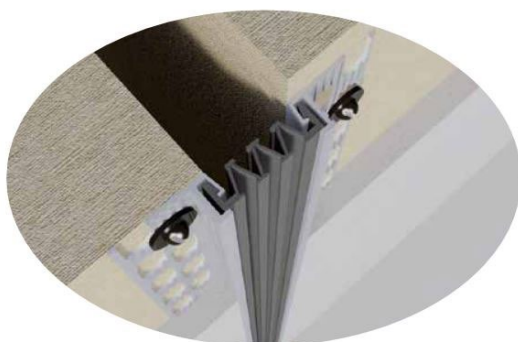
Altezza del profilo (H): 15 mm

Dilatazione (w +/-): 45 mm

ENRICO DUSI STUDIO

F_b [mm]	30	50	80	120	200	280	350
H [mm]	15	15	15	15	15	15	15
B [mm] ca.	120	140	170	210	290	370	440
S [mm] ca.	120	140	170	210	290	370	440
w [mm] ca.	10 (+8/-2)	30 (+20/-10)	45 (+30/-15)	65 (+45/-20)	90 (+50/-40)	125 (+80/-45)	150 (+100/-50)
Colore	nero, grigio						
Materiale	BESAFLEX [®] , alluminio						
Lunghezza standard	4 m						

GIUNTI SOTTO INTONACO



Larghezza del giunto (F_b): 80 mm
 Altezza del profilo (H): 17 mm
 Dilatazione (w +/-): 45 mm

F_b [mm]	30	50	80	120	200	280	350
H [mm]	17	17	17	17	17	17	17
B [mm] ca.	100	130	160	180	280	360	430
S [mm] ca.	34	60	95	115	210	295	365
w [mm] ca.	10 (+8/-2)	30 (+20/-10)	45 (+30/-15)	65 (+45/-20)	125 (+80/-45)	125 (+80/-45)	150 (+100/-50)
Colore	nero, grigio						
Materiale	BESAFLEX [®] , alluminio						
Lunghezza standard	4 m						

Indicazioni generali di posa:

- 1) Per giunti di lunghezza superiore alla lunghezza standard dei profili in alluminio (4 m) è consigliabile acquistare separatamente profili e inserti in gomma, ordinando gli inserti in un pezzo unico della lunghezza necessaria, al fine di evitare giunzioni.
- 2) Per inserire gli inserti in gomma procedere, se possibile, dall'alto verso il basso. A questo proposito, dopo avere introdotto l'inserto nel primo tratto del profilo, schiacciate con le pinze la canaletta del profilo ogni 20/30 cm per un tratto complessivo di circa 2 m. In questo modo l'inserto, nel tempo, non scivolerà verso il basso a causa del proprio peso. Eseguire questa operazione solamente per i primi due metri di giunto.
- 3) Potete quindi procedere al fissaggio del primo tratto di giunto alla parete mediante:
 - a) fissaggi meccanici
 - b) incollaggio e fissaggi

ENRICO DUSI STUDIO

c) incollaggio (solo per interni)

Durante tali operazioni, verificare che l'inserto in gomma sia installato correttamente: la larghezza del giunto dopo la sua installazione deve corrispondere alla dimensione S (in mm) indicata profilo per profilo.

4) Introdurre la restante parte dell'inserto negli ulteriori tratti di profilo, e procedere al fissaggio alla parete come descritto al punto c. È possibile facilitare lo scorrimento dell'inserto nell'interno della canaletta bagnando il profilo in alluminio con acqua saponata.

5) Una alternativa al sistema di bloccaggio per gli inserti descritto al punto 2) è quella di lasciare l'inserto più lungo nella parte superiore, e fissarlo meccanicamente alla parete o al soffitto (ad esempio in locali controsoffittati).

6) Per una più facile installazione, i profili possono essere forniti con piastrine addizionali di fissaggio.

48.5 INSTALLAZIONE GIUNTI DI SEZIONAMENTO

Indicazioni generali di posa:

a) Prima dell'installazione, le superfici del giunto in alluminio che verranno poi a contatto con il pavimento devono essere pulite, o sgrassate con un comune detergente.

b) Allineare i profili mettendoli a livello e allettandoli in un primo strato di malta fresca, assicurandosi che il bordo superiore del profilo sia a livello con la superficie del pavimento finito. Assicurarsi che la malta penetri attraverso i fori del profilo in alluminio del giunto e livellare.

c) Dopo che questo primo strato di malta ha fatto presa e prima di procedere con il sottofondo e con la pavimentazione, lo strato di base può essere trattato con una opportuna malta aggrappante liquida.

d) Stendere il secondo e definitivo strato di malta (sottofondo) e posare il pavimento. È importante lasciare una fuga tra il giunto e il pavimento, che verrà stuccata successivamente.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 49 LATTONERIE

I manufatti ed i lavori in genere dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario a loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere.

Il collocamento in opera comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodatura, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dalla Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Appaltatore avrà anche l'obbligo di presentare, a richiesta della stessa Direzione Lavori, gli esecutivi delle varie opere, tubazioni, canali di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli di verifica e di apportarvi, se necessario, tutte le modifiche eventualmente richieste in sede di preventiva accettazione.

L'Appaltatore, per ciascuna partita di materiali che impiegherà nella preparazione dei manufatti, dovrà fornire alla Direzione Lavori il relativo certificato di provenienza con l'esito delle prove alle quali sono stati sottoposti in fabbrica oppure presso Laboratori Ufficiali.

Direzione Lavori e Collaudatore si riservano di fare eseguire dei prelievi di campioni di materiali da sottoporre a prove in base alle normative. Le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà presentare per l'approvazione una doppia serie di campioni dei materiali di impiego e dei nodi più significativi dei manufatti. Detti campioni dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori: una serie sarà conservata dall'appaltatore ed una serie della Direzione lavori.

Senza l'approvazione scritta, da parte della Direzione lavori, i lavori sia in officina che in cantiere, non potranno avere inizio.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**49.1 LATTONERIE IN ALLUMINIO**

I manufatti in alluminio dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Tali lavori saranno dati in opera completi in ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni tipo (braccetti, grappe, etc.).

Prima dell'inizio delle opere l'Impresa dovrà presentare alla DL, per l'approvazione, i progetti esecutivi di officina e di montaggio delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, etc. completi dei relativi calcoli e disegni. Inoltre dovrà apportare tutte le modifiche richieste da parte della DL stessa.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte a cannocchiale mediante chiodature o saldature, secondo quanto prescritto dalla DL.

LAMIERA DI ALLUMINIO

Salvo diverse prescrizioni sull'uso di leghe speciali, si userà lamiera di alluminio in lega primaria alluminio magnesio-silicio di cui alle norme UNI in esser allo stato bonificato di tipo adatto per ossidazione anodica.

Lo spessore della lamiera non dovrà essere inferiore a 6/10 di mm, salvo diverse prescrizioni riportate sugli elaborati di progetto.

La lamiera sarà conforme alla Norme UNI realizzata con lega di alluminio e manganese ad alta resistenza.

La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione.

La finitura delle lamiere sarà:

- naturale non anodizzato
- preverniciato colore RAL secondo le indicazioni di progetto o della Direzione Lavori.

PREVERNICIATURA

Dovrà seguire il seguente ciclo:

Pretrattamento: prima della verniciatura la lamiera verrà ripulita e sgrassata con bonderizzazione in bagno, entrambe le facce subiranno un processo di fosfocromatizzazione al fine di ottenere un'ottima base per l'adesione del primo strato di vernice.

Primo strato: il primo strato sarà ottenuto mediante l'applicazione su entrambi i lati di una mano di vernice a base di resine epossidiche-fenoliche dello spessore di circa 5 micron per lato e polimerizzazione in forno a circa 350°C.

Secondo strato: il secondo strato sarà ottenuto con l'applicazione di fluoruro di polivinile (PVF); l'applicazione avverrà su un solo lato con uno spessore di 20 micron e polimerizzazione in forno a circa 320°C.

Non sono ammessi ritocchi in opera sulle lamiere preverniciate. Le lamiere deteriorate dovranno essere sostituite con altre integre, a cura e spese dell'Appaltatore stesso, ciò a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

FISSAGGI

Collegamenti e fissaggi saranno creati in maniera tale che, a causa di sbalzi di temperatura, i singoli elementi possano dilatarsi, contrarsi e spostarsi senza ostacoli, garantendo nel tempo la massima completa impermeabilità.

Chiodi, rivetti, viti, bulloni, graffe, rondelle, inserti ad espansione, alloggiamenti per fissaggio, scossaline ed altri apparecchi di fissaggio, saranno del tipo e dimensioni più indicate per il loro impiego.

Ribattini e rivetti, se in rame, verranno stagnati.

Bullonerie, viti o morsetterie dovranno essere in acciaio inossidabile.

Potranno essere presi in considerazione tipi speciali di fissaggio ed applicati se approvati dalla Direzione Lavori.

I fissaggi, dovranno essere eseguiti a regola d'arte e senza recare danni (anche estetici) alle strutture di supporto.

Sarà tassativamente escluso l'impiego di chiodi o graffe sparate per il fissaggio dei manufatti.

In particolare, dovranno essere osservate le seguenti indicazioni in merito alle unioni delle lamiere della copertura:

- tutti i collegamenti e fissaggi, se non diversamente specificato, saranno eseguiti mediante aggraffatura;

ENRICO DUSI STUDIO

- le brasature saranno ammesse solo se eseguite a scomparsa totale;
- la larghezza dei cordoni di brasatura non sarà inferiore ai 15 mm;
- non sarà ammesso il fissaggio delle lamiere con l'utilizzo di viti;
- non sarà ammesso l'uso di mastici elastici per unione delle lamiere;

GIUNZIONI

Dove non vi siano descrizioni specifiche riguardo alle giunzioni dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni.

In genere le giunzioni devono comunque essere ridotte al minimo indispensabile. Per tratti molto lunghi devono essere predisposti opportuni giunti che assicurino, oltre alla tenuta, la possibilità di libera dilatazione.

ACCESSORI E VARIE

Gli elementi di supporto, i distanziatori, le viti, ecc., dovranno essere di materiale compatibile con l'opera da realizzare ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare essi dovranno essere studiati per garantire la tenuta idraulica e permettere la dilatazione termica dei singoli elementi senza produrre nella lamiera strappi, lacerazioni, ecc..

Dovranno inoltre essere evitati i ponti termici.

49.2 LATTONERIE IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Tali lavori saranno dati in opera completi in ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni tipo (braccetti, grappe, etc.).

Prima dell'inizio delle opere l'Impresa dovrà presentare alla DL, per l'approvazione, i progetti esecutivi di officina e di montaggio delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, etc. completi dei relativi calcoli e disegni. Inoltre dovrà apportare tutte le modifiche richieste da parte della DL stessa.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte a cannocchiale mediante chiodature o saldature, secondo quanto prescritto dalla DL.

LAMIERA DI ACCIAIO

I materiali saranno in conformità alla UNI EN 10346:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura".

Lo spessore della lamiera non dovrà essere inferiore a 6/10 di mm, salvo diverse prescrizioni riportate sugli elaborati di progetto. Le tolleranze sullo spessore devono essere secondo la UNI EN 10143:2006 "Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo -Tolleranze sulla dimensione e sulla forma".

La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione.

La finitura delle lamiere sarà:

- preverniciato colore RAL secondo le indicazioni di progetto o della Direzione Lavori.

PREVERNICIATURA

Dovrà seguire il seguente ciclo:

Pretrattamento: prima della verniciatura la lamiera verrà ripulita e sgrassata con bonderizzazione in bagno, entrambe le facce subiranno un processo di fosfocromatizzazione al fine di ottenere un'ottima base per l'adesione del primo strato di vernice.

Primo strato: il primo strato sarà ottenuto mediante l'applicazione su entrambi i lati di una mano di vernice a base di resine epossidiche-fenoliche dello spessore di circa 5 micron per lato e polimerizzazione in forno a circa 350°C.

Secondo strato: il secondo strato sarà ottenuto con l'applicazione di fluoruro di polivinile (PVF); l'applicazione avverrà su un solo lato con uno spessore di 20 micron e polimerizzazione in forno a circa 320°C.

Non sono ammessi ritocchi in opera sulle lamiere preverniciate. Le lamiere deteriorate dovranno essere sostituite con altre integre, a cura e spese dell'Appaltatore stesso, ciò a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

FISSAGGI

Collegamenti e fissaggi saranno creati in maniera tale che, a causa di sbalzi di temperatura, i singoli elementi possano dilatarsi, contrarsi e spostarsi senza ostacoli, garantendo nel tempo la massima completa impermeabilità.

Chiodi, rivetti, viti, bulloni, graffe, rondelle, inserti ad espansione, alloggiamenti per fissaggio, scossaline ed altri apparecchi di fissaggio, saranno del tipo e dimensioni più indicate per il loro impiego.

Ribattini e rivetti, se in rame, verranno stagnati.

Bullonerie, viti o morsetterie dovranno essere in acciaio inossidabile.

Potranno essere presi in considerazione tipi speciali di fissaggio ed applicati se approvati dalla Direzione Lavori.

I fissaggi, dovranno essere eseguiti a regola d'arte e senza recare danni (anche estetici) alle strutture di supporto.

Sarà tassativamente escluso l'impiego di chiodi o graffe sparate per il fissaggio dei manufatti.

In particolare, dovranno essere osservate le seguenti indicazioni in merito alle unioni delle lamiere della copertura:

- tutti i collegamenti e fissaggi, se non diversamente specificato, saranno eseguiti mediante aggraffatura;
- le brasature saranno ammesse solo se eseguite a scomparsa totale;
- la larghezza dei cordoni di brasatura non sarà inferiore ai 15 mm;
- non sarà ammesso il fissaggio delle lamiere con l'utilizzo di viti;
- non sarà ammesso l'uso di mastici elastici per unione delle lamiere;

GIUNZIONI

Dove non vi siano descrizioni specifiche riguardo alle giunzioni dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni.

In genere le giunzioni devono comunque essere ridotte al minimo indispensabile. Per tratti molto lunghi devono essere predisposti opportuni giunti che assicurino, oltre alla tenuta, la possibilità di libera dilatazione.

ACCESSORI E VARIE

ENRICO DUSI STUDIO

Gli elementi di supporto, i distanziatori, le viti, ecc., dovranno essere di materiale compatibile con l'opera da realizzare ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare essi dovranno essere studiati per garantire la tenuta idraulica e permettere la dilatazione termica dei singoli elementi senza produrre nella lamiera strappi, lacerazioni, ecc..

Dovranno inoltre essere evitati i ponti termici.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori saranno eseguiti a regola d'arte, in maniera tale da garantire un'impermeabilizzazione completa.

Dovranno essere rispettati i disegni di progetto, nonché quelli costruttivi forniti dall'Appaltatore e approvati dalla Direzione Lavori.

Il lavoro sarà eseguito in officina, per quanto possibile.

Il lavoro sarà completato in ogni dettaglio, giuntato accuratamente ed ancorato adeguatamente. I manufatti saranno montati a piombo, a livello, in squadra e nei dovuti allineamenti e relazioni con le altre opere.

Sarà cura dell'Esecutore delle singole lavorazioni verificare che, a seguito del contatto di metalli di natura e nobiltà differenti, non si innescino fenomeni di tipo galvanico con conseguente degrado di alcuni componenti.

Sarà altresì cura dell'Esecutore provvedere, qualora fosse necessario, all'utilizzo di elementi separatori in neoprene o altro materiale dielettrico idoneo. Tali elementi non dovranno ostacolare la realizzazione dei collegamenti come previsto dalla presente specifica e dagli allegati ad essa connessi.

Il metallo sarà sagomato senza rompere né il metallo né il suo rivestimento. Le curvature e le piegature saranno nette e decise. Il metallo sagomato in curvatura sarà corrispondente ai raggi compatibili con lo spessore della lamiera e privo di ingobbamenti, torsioni e serpeggiamenti.

Le lamiere dovranno essere rigidamente assicurate alle strutture di sostegno. Dette strutture dovranno essere precedentemente esaminate dal punto di vista dell'allineamento. Il lavoro non procederà sino a che gli errori di allineamento, eventuali, non saranno stati corretti.

Le opere da lattoniere in aderenza ai manti impermeabili, saranno installate al momento della posa del manto stesso in modo che siano consentite le opportune opere di incorporazione e sovrapposizione, senza che ciò possa danneggiare i manti.

Le scossaline saranno installate dovunque sia necessario assicurare la tenuta dell'acqua, anche se non espressamente indicato in ogni dettaglio del progetto. Le scossaline saranno installate in corrispondenza delle pareti, risalti e dovunque la membrana della copertura termini contro una superficie verticale. Lo spigolo inferiore della scossalina sarà piegato in modo da aderire strettamente contro la membrana della copertura, senza lederla.

Dopo che è stata completata l'installazione, le lamiere saranno ripulite da bitume, sporcizia, macchie e vernici.

Le opere danneggiate saranno riparate seguendo le direttive insindacabili della Direzione Lavori.

La posa delle scossaline e dei manufatti di lattoneria in genere comprenderà l'onere per formazione giunti, per le sovrapposizioni, pezzi speciali, sigillature e tutte le opere da fabbro e murarie, necessarie per vincolare i manufatti alle strutture sottostanti.

Le converse, i compluvi, le scossaline, i colmi, i frontali e simili manufatti, tutte le lattonerie comprese quelle prescritte per i giunti strutturali, avranno forma e sviluppo come prescritto dai disegni di progetto.

Da parte dell'Appaltatore dovranno essere sviluppati i disegni di officina tenendo conto del massimo utilizzando delle lamiere dalle quali devono essere ricavati i singoli manufatti.

Possono essere ammesse piccole varianti rispetto ai disegni di progetto purché preventivamente sottoposte al giudizio della Direzione Lavori e da queste approvate.

Tutte le piegature dei manufatti dovranno essere realizzate con piegatrici meccaniche; le piegature dovranno risultare a spigolo vivo e si dovranno evitare eccessivi stiramenti delle lamiere. Solo in casi particolari potranno essere realizzate a mano piccole parti di manufatti.

Tutti i bordi che resteranno a vista dovranno essere rifiniti in modo da evitare parti taglienti.

Le giunzioni dovranno essere realizzate per sovrapposizione di almeno 5 cm e graffature multiple in modo da garantire la tenuta e permettere la dilatazione dei singoli elementi; le sovrapposizioni dovranno volgere verso gli scarichi.

Saranno invece ammesse giunzioni con rivettature e chiodature con sovrapposizioni di circa 4 cm, con rivetti distanti 5-6 cm l'uno dall'altro e sfalsati, purché sigillate con silicone ad elasticità permanente.

Le parti di lattoneria aderenti alle murature, saranno sigillate con mastice speciale, applicato a pressione con sovrapposizione eventuale di nastri di tenuta.

Dovranno essere realizzate le necessarie connessioni fra le lamiere per assicurare la continuità elettrica (ove richiesta) degli elementi, anche nei confronti del manto di copertura, se realizzato in fogli di lamiera.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Salvo diverse indicazioni in elenco prezzi, i criteri di misurazione:

- La lattoneria, sarà valutata a peso, deducendo il peso di tiranti, cicogne, regge e braccialetti realizzati in acciaio, che saranno valutati a parte.
- Tiranti, cicogne, regge e braccialetti in acciaio zincato o acciaio inossidabile saranno valutati a peso.
- Bocchettoni per pluviali e di troppo-pieno, saranno valutati a peso.
- Griglie, cipolle in acciaio inossidabile ecc., saranno valutati a numero.
- La valutazione dei condotti, pluviali e canali di gronda sarà effettuata in base alla loro lunghezza effettiva, misurata sull'asse.
- La valutazione delle converse, dei compluvi e delle scossaline sarà invece effettuata in base alla loro superficie, senza tener conto delle giunzioni, sovrapposizioni, ecc.

ENRICO DUSI STUDIO

formato da 2 teli in poliestere spalmati in PVC inseriti in profili doppia ogiva posti all'estremità dei tralicci orizzontali che scorrono sulle guide di scorrimento; i teli saranno di tipo standard o isolati, con le seguenti caratteristiche:

Telo standard	Composizione e Prove Composition & Test			Caratteristiche Characteristics		
	Lato esterno - Top face coating	material impressione colore spessore	material finish colour thickness	PVC opaco / opaque 12 standard [mm] 0,7	Spessore - Thickness	ISO 2286/3 [mm] 0,9 ±0,1
	Tessuto - Fabric	materiale n. tele titolo [EN ISO 2286-2]	material no. plies yarn count	PES 1 1100 Dtex 12x12 900 g/m²	Peso - Weight	ISO 2286/2 [kg/m²] 0,90 ±0,1
	Lato interno - Underside coating	materiale impressione colore spessore	material finish colour thickness	PVC ruvido / rough 12 standard [mm] 0,2	Carico rottura - Tensile strenght warp	ISO 1421 6000 N/50 mm
	Resistenza al freddo - Cold resistance	[ISO 4675/90]		- 50°C ±5	Allungamento ordito - Elongation yarn	ISO 1421 4300 N/50 mm
		Test idrolisi - Tropical test		✔ 75°C 95% umidità, nessuna variazione 75°C 95% humidity, no variations	Allungamento trama - Elongation weft	ISO 1421 4000 N/50 mm
	Diesel fuel test - Test gasolio	✔ [ISO 1421]	nessuna variazione no variations		Lacerazione ordito - Tear resistance warp	DIN 53 363 [N] > 600
	Test acqua marina- Sea water test	✔ [ISO 1421]	nessuna variazione no variations		Lacerazione trama - Tear resistance weft	DIN 53 363 [N] > 530
	Test ozono - Onozo test	✔ [ISO 3011]	nessuna crepa no cracks		Adesione - Peeling test	DIN EN ISO 2411 130 N/50 mm
	T magazzino / T storage	[°C]		-30 +65	Conformità CEE - Compliance CEE	si / yes
	Burning Test - Test fiamma	✔ [ISO 3795]	< 100 mm/min.		Specific use	composting, car washes, warehouses, industry, crane, supermarkets, frigo
	Perforazione - Puncture	[RINA 3.A1.2.7]		[N] > 100	Associazione - Association	
	Esercizio 7gg.-70°C - Ageing 7 days-70°C	[ISO 6065]		nessuna variazione no variations		www.bmpeurope.eu

Telo isolato (Opzione)	Composizione e Prove Composition & Test			Caratteristiche Characteristics		
	Lato esterno - Top face coating	materiale impressione colore spessore	material finish colour thickness	PVC liscia / plain 4 standard [mm] 0,5	Spessore - Thickness	ISO 2286/3 [mm] 3,3 ±0,1
	Tessuto - Fabric	materiale n. tele titolo [EN ISO 2286-2]	material no. plies yarn count	PES 1 1100 Dtex 12x12 1350 g/m²	Peso - Weight	ISO 2286/2 [kg/m²] 1,35 ±0,1
	Lato interno - Underside coating	material impressione colore spessore	material finish colour thickness	PVC spugna / foamed 4 standard [mm] 2,8	Carico rottura - Tensile strenght warp	ISO 1421 6000 N/50 mm
	Resistenza al freddo - Cold resistance	✔ [ISO 4675/90]	- 10°C ±5		Allungamento ordito - Elongation yarn	EN ISO 1421/V1 3000 N/50 mm
	Test idrolisi - Tropical test	✔ 75°C 95% umidità, nessuna variazione 75°C 95% humidity, no variations			Allungamento trama - Elongation weft	EN ISO 1421/V1 2800 N/50 mm
	Diesel fuel test - Test gasolio	✔ [ISO 1421]	nessuna variazione no variations		Lacerazione ordito - Tear resistance warp	DIN 53363 300 N
	Test acqua marina- Sea water test	✔ [ISO 1421]	nessuna variazione no variations		Lacerazione trama - Tear resistance weft	DIN 53363 300 N
	Test ozono - Onozo test	✔ [ISO 3011]	nessuna crepa no cracks		Adesione - Peeling test	PA 09.03 (intern) 15 N/cm
	T magazzino / T storage	[°C]		-30 +65	Conduttività termica - Thermal conductivity	0,0503 W.m ⁻¹ .K ⁻¹
	Abrasion - Abrasion	✔ D.M. 26.06.84 (UNI 9177): cl 2, NFPA 701 Test 2			Indice d'isolamento - sound insulation	Rw = 17,5 dB
	Perforazione - Puncture	[RINA 3.A1.2.7]		[N] > 100	Impiego - Use	car washes, warehouses, industry, noisy environments, supermarkets, frigo
	Esercizio 7gg.-70°C - Ageing 7 days-70°C	[ISO 6065]		nessuna variazione no variations	Associazione - Association	
					www.bmpeurope.eu	

- cinghie di sollevamento fissate al rullo avvolgitore e al traliccio inferiore, aventi le seguenti specifiche tecniche:

POSSIBILITÀ DI IMPIEGO DEL POLIESTERE IN PRESENZA DI AGENTI CHIMICI POSSIBILITY OF POLYESTER USE IN THE PRESENCE OF CHEMICAL AGENTS										
Acidi Acids	Alcali Alkalies	Aldeidi Aldehydes	Alcali forti Strong alkalis	Sbiancanti Bleaches	Solventi Solvents	Idrocarburi Hydrocarbons	Petroli Petroleum products	Detergenti Cleaning agents	Acqua di mare Marine water	Eteri Ethers

ENRICO DUSI STUDIO

(*)	YES	NO	(**)	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO
(*) Viene disintegrato dall'acido solforico						(*) Is disintegrated by Sulphuric acid				
(**) Viene degradato dagli alcoli forti a temperature elevate						(**) Is degraded by strong alcohols at high temperatures				
Tipo di supporto: poliestere 100%, Spessore nominale: 4 mm, Larghezza nominale: 90 mm, Resistenza carico nominale: fino a 11000 kg, Coefficiente di sicurezza: 7:1										

- centrale di comando,
 - gruppo moto-riduttore: motori trifase autofrenanti distribuiti lungo il rullo avvolgi cinghie inserito nella traversa e fissati attraverso dei giunti elastici. Tipo di funzionamento S1 (servizio continuo). Gruppo riduttore con cassa in ghisa e verniciato.

49.3 CARICO DEL VENTO

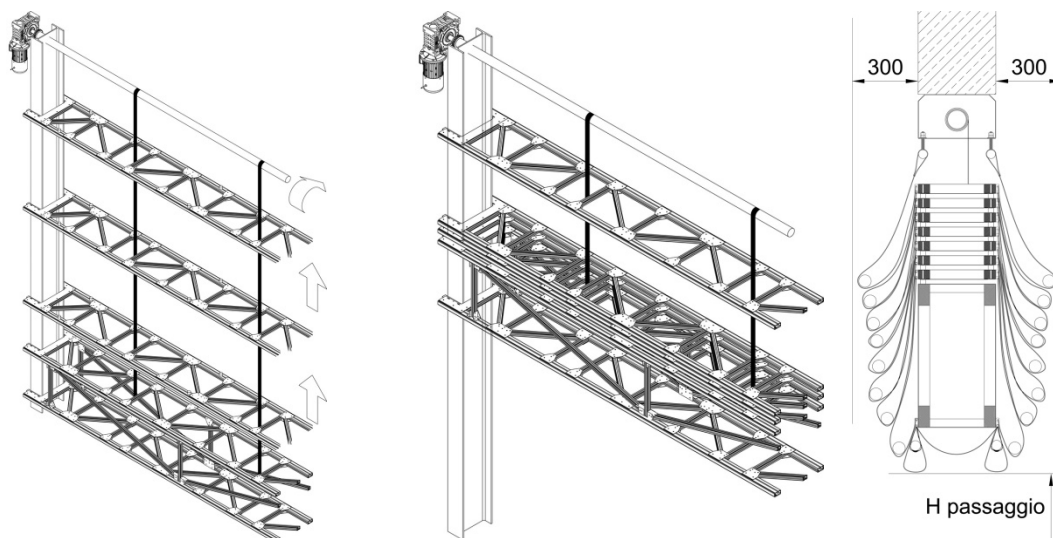
Classe vento Wind Class EN 12424	Pressione Pressure [Pa - N/m ²]	Vel. Vento Wind Speed [m/s]	Vel. Vento Wind Speed [Km/h]	Scala Beaufort Beaufort Scale
0	0	0	0	0
1	300	22	80	9
2	450	27	100	10
3	700	34	120	12
4	1000	41	150	13
5	>1000	Accordo fabbricante e acquirente		

Si riporta di seguito la tabella della scala di Beaufort che classifica il vento rispetto alla sua velocità

Scala Beaufort	Pressione dinamica [Pa - N/m ²]	Velocità media del vento			Termine descrittivo	EN 12424
		Nodi	m/s	Km/h		
0	0 - 0	0 - <1	0.0 - 0.2	0	Calma / Calm	0
1	0.1 - 0.1	1 - <4	0.3 - 1.5	1 - 5	Bava di vento / Light air	1
2	2.0 - 5.9	4 - <7	1.6 - 3.3	6 - 11	Brezza leggera / Light breeze	1
3	6.9 - 17.7	7 - <11	3.4 - 5.4	12 - 19	Brezza tesa / Gentle breeze	1
4	18.6 - 38.3	11 - <16	5.5 - 7.9	20 - 28	Vento moderato / Moderate breeze	1
5	39.2 - 70.6	16 - <22	8.0 - 10.7	29 - 38	Vento teso / Fresh breeze	1
6	71.6 - 116.7	22 - <28	10.8 - 13.8	39 - 49	Vento fresco / Strong breeze	1
7	117.7 - 179.5	28 - <34	13.9 - 17.1	50 - 61	Vento forte / High wind	1
8	180.5 - 262.9	34 - <41	17.2 - 20.7	62 - 74	Burrasca / Gale, fresh gale	1
9	263.9 - 364.9	41 - <48	20.8 - 24.4	75 - 88	Burrasca forte / Strong gale	1-2
10	366.9 - 495.4	48 - <56	24.5 - 28.4	89 - 102	Tempesta / Storm	2-3
11	496.4 - 652.4	56 - <64	28.5 - 32.6	103 - 117	Tempesta violenta / Violent storm	3
12	653.3 - 836.7	> 64	32.7 - 36.9	118 - 133	Uragano / Hurricane force	3-4
13	837.8 - 1039.9	> 64	37.0 - 41.4	134 - 149	Uragano / Hurricane	4-5

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**49.4 FUNZIONAMENTO**

ENRICO DUSI STUDIO



Le cinghie di trazione sono fissate sull'albero avvolgitore e vengono ancorate a mezzo di attacchi registrabili al traliccio inferiore, il quale sollevandosi raccoglie i successivi impacchettando il manto del portone.

Verranno forniti ulteriori dettagli in fase di progettazione e realizzazione dei portoni.

Il traliccio superiore è fissato alla traversa e le cinghie di sollevamento sono fissate sul doppio traliccio inferiore.

È compreso l'onere della progettazione del portone e dei suoi elementi costitutivi a seconda del sito di installazione e la fornitura a posa avvenuta di tutte le necessarie certificazioni.

È compresa la fornitura del portone e di tutti i succitati elementi necessari al suo funzionamento, gli accessori, la ferramenta, i profili di collegamento, i tasselli, compreso il trasporto, lo scarico e la movimentazione in cantiere, compreso l'utilizzo dei necessari mezzi di sollevamento, il montaggio e la realizzazione dell'impianto elettrico dalla centrale di comando ai motori. È compreso altresì il montaggio di tutti gli elementi necessari per il fissaggio alla struttura portante, a qualsiasi altezza e secondo le norme vigenti, comprese le necessarie opere murarie.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 50 OPERE A VERDE**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****50.1 TERRENO VEGETALE**

Deve essere proveniente da strati di coltura attiva, idoneo alla formazione di aiuole fornito scevro da inerti e piante infestanti, compresa la preparazione del piano di posa, la stesa, rullatura e compattazione con idonei mezzi meccanici, compresa la formazione delle pendenze per l'allontanamento delle acque meteoriche.

Dovrà avere reazione neutra, con abbondante sostanza organica e di elementi nutritivi e di medio impasto, priva di ciottoli, detriti, radici e quanto altro potrebbe nuocere alla crescita vegetativa.

50.2 CONCIMI

Dovranno essere di nota fabbrica, conservati negli involucri originali, con titolo dichiarato.

50.3 MATERIALE PER PIANTUMAZIONE

L'impresa potrà approvvigionare le piante e le talee da qualsiasi vivaio immune da malattie parassitarie, purché la provenienza venga preventivamente dichiarata dall'Appaltatore, e accettata dalla Direzione dei lavori.

50.4 SEMENZE

L'impresa potrà approvvigionare le sementi dalle ditte di sua fiducia, dichiarando il titolo. Qualora il valore del seme fosse inferiore, per non oltre il 20% rispetto al valore della colonna <<buona semente>> delle tavole Marchettano, si dovrà provvedere ad aumentare proporzionalmente le quantità per unità di superficie.

50.5 ZOLLE

Dovranno provenire da prato polifita stabile e asciutto, con esclusione del prato irriguo e paludoso. Il Direttore dei lavori potrà rifiutare forniture provenienti da località non gradite. Saranno precluse zolle con presenza di specie infestanti tra cui: Rumex sp. pl., Artemisia sp. pl., Catech sp. pl., e tutte le umbrellifere. Il manto vegetativo dovrà essere continuo, e la zolla sarà di spessore tale da raccogliere per la maggior parte l'intreccio delle radici delle specie presenti, e comunque non inferiore a cm 8, con esclusione di zolle provenienti da terra sabbiosa o argillosa.

50.6 PALETTI

I paletti per viminate, staccionate e simili saranno in castagno, carpino oppure orniello, del diametro minimo di punta di cm 6, diritti, senza nodi e difetti da gelo.

50.7 NONTESUTI

Il telo sarà in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, ottenuto per agugliatura ad alta temperatura e senza coloranti, e avrà le seguenti caratteristiche: coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale compreso tra 10-3 e 10-1 cm/sec; resistenza a trazione di una striscia di 5 cm di lato maggiore di 30 kg, se per impieghi drenanti, mentre per impieghi portanti di pavimentazioni o rilevati tale valore potrà essere richiesto dalla Direzione dei lavori non minore di 50 oppure 75 Kg.

Per determinare peso e spessore si seguiranno le norme di cui al B.U.-C.N.R. n. 110 del 23-12-1985 e n.111 del 24-11-1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz.1981-87, U.N.I.8639-34, 8727-85,8986-87.

50.8 GEOGRIGLIE

La griglia a rete di tipo laminare e monorientata sarà ottenuta per estrusione e stiratura, con polimeri HDPE, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi antiraggi ultravioletti. Resistenza alla trazione longitudinale minima di 35 KN/m se per impieghi portanti in sottofondi o rilevati stradali; allungamento alla massima trazione longitudinale non superiore al 15%; interasse delle maglie max cm 15 longitudinale e cm 2 trasversale.

Si seguiranno le norme A.S.T.M. D-792, A.S.T.M. C-293-79.

50.9 GEORETI

La rete in juta sarà costituita da fibre biodegradabili naturali (circa 85% cellulosa e 15% lignina) ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con diametro dei fili mm 4, maglia mm 20 x 15, peso 500 gr/mq, resistenza a trazione 8-15 KN/m, resistenza al calore per il tipo trattato con 0,3-0,6% di oli minerali circa 190°C.

50.10 GRIGLIE SALVAPRATO

Griglie in polipropilene stabilizzato ai raggi UV e inattaccabile dagli agenti atmosferici e chimici (fertilizzanti, escrementi, lubrificanti motore, ecc.).

ENRICO DUSI STUDIO

Struttura cellulare di forma trapezoidale a pareti curvilinee.

Colore a scelta D.L..

Dimensioni 50x50x5 cm.

Peso 6,2 kg/mq.

Capacità di carico > 320 t/mq.

PROPRIETÀ	METODO	UNITÀ di MISURA	VALORE
Modulo elastico	ISO 178	N/mm ²	1350
Resistenza a trazione	ISO R 527	N/mm ²	27
Allungamento alla rottura	ISO R 527	%	8
Resistenza all'urto	ISO 180	Kj/m ²	+23° 40
			-20° 8
Durezza	ISO 868	Points	68
Punto di rammollimento	ISO 306/A	°C	152

Dotazione di accessori in polipropilene quali:

- elementi segnaletici in vari colori (bianco, giallo, blu) per la delimitazione della sosta o indicazione di percorsi e accessi, diametro 8 cm, punta di penetrazione 10 cm,
- picchetti a lunga penetrazione per terreni scoscesi, 30 cm.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Le opere a verde previste dovranno essere realizzate nel seguente modo:

50.11 FORMAZIONE TETTO VERDE

Realizzazione di verde pensile estensivo mediante la realizzazione di:

- fornitura e posa in opera di strato drenante formato da pannelli dello spessore di 80 mm in polistirene espanso sinterizzato (Euroclasse EPS150) con finitura perimetrale battentata, prodotto secondo la norma UNI EN 13163, posto in opera su superfici piane a secco o con idoneo collante o con tasselli ad espansione in ragione di 6/mq. I pannelli inoltre dovranno possedere le seguenti caratteristiche tecniche debitamente certificate dall'Appaltatore:
 - Conducibilità termica: 0,034 W/mK,
 - Resistenza alla dispersione termica: 0,71 mq K/W,
 - Resistenza a compressione: > 150 kPa,
 - Capacità massima di stoccaggio: 24 l/mq,
 - Drenaggio sul piano orizzontale/verticale: 0,46/0,25 l/sec x mq,
 - Reazione al fuoco (EN 13501-1): Euroclasse E.
- fornitura e posa in opera di strato di separazione in tessuto non tessuto in polipropilene agugliato, esente da resine e collanti, grammatura pari a 220 g/mq, spessore 1,30 mm, conforme alla UNI 11235, resistenza a trazione longitudinale e trasversale 16,7 N, allungamento trasversale e longitudinale maggiore o uguale al 55%, resistenza al punzonamento 2700 N, permeabilità 60 l/sec/mq, applicato a secco su superfici sia orizzontali che verticali, con sovrapposizioni sulle giunture di almeno 15 cm;
- fornitura e posa in opera di substrato preconfezionato leggero composto da materiale sfuso minerario (lapilli di lava, pietra pomice) opportunamente miscelato con terriccio e sostanze organiche esenti da sostanze tossiche o microrganismi dannosi (larve, nematodi), posato a mano dello spessore di almeno 8 cm, conforme alle prescrizioni della norma UNI 11235 e con le seguenti caratteristiche tecniche debitamente certificate dall'Appaltatore:
 - Densità apparente: 878 kg/mc,
 - Densità a massima saturazione: 1230 kg/mc,
 - PH: 7,31,
 - Sostanze organiche: = 1,84 %.

E' compresa la concimazione del substrato con granuli fertilizzanti in ragione di 60 g/mq, la semina di miscela composta da erbacee perenni tappezzanti, distribuite in ragione di 80g/mq e l'irrigazione nei successivi 15 giorni dall'impianto, con un programma rapportato al periodo stagionale e alle condizioni meteorologiche del periodo.

E' compresa altresì la formazione dei drenaggi perimetrali, di larghezza pari ad almeno 35 cm, con ghiaia di fiume lavata, granulometria 15-30 mm, separata dal terriccio da un cordolo costituito da elementi in tufo di sezione pari a 11x11 cm, posati a secco al di sopra dello strato di separazione.

50.12 SEMINA DI MANTO ERBOSO

Deve essere eseguita mediante idrosemina inclusa la concimazione d'impianto. Utilizzo di una miscela formata da acqua, da un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito, in ragione di 50-80 g/mq, da concime organico in ragione di 150 g/mq e da fertilizzante chimico (N.P.K.) in ragione di 30-50 g/mq, il tutto distribuito in un'unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idrosemiatrici). E' compreso l'eventuale ritocco nella successiva stagione favorevole.

50.13 FORMAZIONE PRATO ARMATO

Il prato armato viene realizzato mediante la posa di grigliati salvaprato di vario genere (calcestruzzo o materie plastiche a elevata resistenza

ENRICO DUSI STUDIO

meccanica resistenti ai raggi UV e agli agenti atmosferici) che permettono di creare un suolo carrabile e calpestabile sopra un tappeto erboso.

Fasi di realizzazione:

- stesa sottofondo portante di almeno 10-15 cm usando materiale pietroso da compattare. Lo spessore del sottofondo varia in funzione degli usi più o meno gravosi del suolo e deve essere dimensionato in relazione alla destinazione d'uso e alla qualità del suolo,

Destinazione d'uso	Spessore del fondo portante in cm.	
	Terreno con buona capacità di portata	Terreno con sufficiente capacità di portata
Vialetti d'ingresso per abitazioni private	10-15	20-25
Aree di posteggio per autovetture	15-30	30-40
Superfici destinate alla sosta di mezzi mediamente pesanti	30-45	40-55

- posa barriera in tessuto non tessuto di grammatura almeno pari a 150 gr/mq. La funzione del tessuto non tessuto è fondamentale in quanto permette di separare il sottofondo dal letto di posa, evitando che l'acqua drenando trasporti le parti più fini verso il basso,
- formazione strato permeabile costituito da pietrisco di pezzatura fine di grana variabile 3-10 mm, spessore 5-7 cm,
- stesa ghiaia per formazione del letto di posa di qualche cm usando ghiaia medio/fine con una miscela di frantumazione di pezzatura 3-6 mm che va compattata e livellata,
- posa griglie salvaprato da agganciare tra loro e contenere tra cordolature,
- riempimento degli alveoli esclusivamente con terriccio specifico da prato (es: 50% sabbia, 30% torba, 20% terriccio),
- semina finale con sementi per prato resistenti al calpestio,
- manutenzione con concimazione di copertura e frequenti irrigazioni fino alla formazione completa del tappeto erboso. In presenza della giusta umidità, il terriccio di riempimento degli alveoli si abbassa di circa 1-1,5 cm lasciando all'erba lo spazio per svilupparsi, senza essere danneggiata dal transito pedonale o veicolare.

50.14 FORMAZIONE GIARDINO ROCCIOSO

Deve essere eseguito mediante la posa di massi di pietra granitica di forma irregolare, del peso non inferiore a 1,00 q.le e con tolleranza del 10% in peso, con dimensioni non inferiori a 30 cm, disposti a secco in grezza sagoma con disposizione casuale, previo spianamento del terreno per la formazione del piano di appoggio ed l'eventuale integrazione di terreno vegetale. Compresa la chiusura degli interstizi con materiale arido e la messa a dimora di talee (diametro 2-6 cm e lunghezza 70-80cm) di specie arbustiva ad elevata capacità vegetativa, a scelta della D.L., con infissione nel terreno vegetale per almeno 50-60 cm, nella misura di 20 per ogni mq.

50.15 MESSA A DIMORA DI PIANTE

Messa a dimora di piante con circonferenza del fusto pari a circa 16-18 cm, entro buca realizzata con l'impiego di mezzo meccanico e rifinita a mano, con pareti scabre e fondo smosso, delle dimensioni di circa 100x100x100 cm, con l'aggiunta di torba, argilla espansa, concime chimico e idonei prodotti per favorire la cicatrizzazione dell'apparato radicale, compresa la fornitura e posa in opera del palo tutore e dei picchetti per il fissaggio ove necessario. La scelta delle essenze dovrà essere fatta nel rispetto delle caratteristiche morfologiche e delle condizioni ecologiche, in accordo con la D.L. e la committenza e secondo quanto riportato nella relazione paesaggistica.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole verrà computata in base alla sua superficie effettiva.

La fornitura di idoneo terreno vegetale verrà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate.

La protezione di scavi in trincea mediante stuoie o reti verrà computata in base alla effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I prezzi unitari comprendono e compensano le forniture, prestazioni ed oneri elencati nei relativi articoli di elenco.

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 51 SEGNALETICA E ELEMENTI INDICATORI

Per quanto riguarda la segnaletica l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei lavori.

Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del nuovo codice della strada modificato e integrato con tutte le disposizioni in vigore al momento della collocazione in opera.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI****51.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema di controllo qualitativo della produzione. Le verifiche verranno attuate in conformità a quanto previsto dalle norme regolanti la qualità, EN ISO 9002/94 e successive.

La qualità dei materiali sarà comunque verificata ogni qual volta la Direzione Lavori lo riterrà opportuno. La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue e discontinue, nonché tutti i simboli (frece, zebature, scritte ecc.) da eseguirsi sul nastro stradale e delle aree di parcheggio.

Detta segnaletica potrà essere eseguita sia con l'impiego di vernici rifrangenti, MONO E/O BI-COMPONENTI che con l'impiego di materiale termospruzzato plastico o laminato elastoplastico, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori senza che l'Impresa possa sollevare eccezione alcuna a tale titolo. La stesa della segnaletica orizzontale dovrà essere conforme ai tracciati, le figure e le scritte stabilite dal Codice della Strada o nei disegni allegati.

Per adempiere la funzione di sicurezza e di regolazione del traffico, la segnaletica orizzontale deve possedere i seguenti requisiti:

- essere retroriflettente e di scarsa suscettibilità allo sporco, in modo da essere visibile in tutte le condizioni di luce (visibilità diurna e notturna, con nebbia, pioggia, o sole.);
- assicurare un'ottima adesione al sottofondo stradale anche di nuova realizzazione, essere resistente agli agenti atmosferici ed alle soluzioni saline e avere adeguata resistenza agli effetti prodotti dal traffico;
- essere trafficabile nel più breve tempo possibile dall'applicazione;
- non causare fessurazioni sul manto d'usura;
- non contenere materie incompatibili con la sicurezza del lavoro e la protezione dell'ambiente;
- non presentare segni di distacco: a tal proposito, l'Impresa, prima dei ripassi, dovrà assicurarsi che il materiale impiegato sia compatibile con il materiale residuo già in opera.

Sia per la vernice che per il materiale termoplastico, sarà richiesta l'applicazione di perline di vetro postspruzzate al fine di ottenere un maggiore grado di retroriflessione ed una visibilità notturna immediata. Le sfere di vetro non dovranno subire alterazioni dovute all'azione di soluzioni o preparati per trattamenti invernali alla pavimentazione. Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale dovranno essere accuratamente ripulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio e grassi a mezzo di solventi. L'onere di tali interventi è ricompreso senza ulteriore compenso, nel prezzo di ogni singola lavorazione di cui all'elenco prezzi unitari. L'applicazione dei materiali dovrà avvenire su superfici asciutte, e sarà effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione. La stesa della segnaletica dovrà essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite dalla Direzione Lavori.

L'Impresa sarà tenuta, a propria cura e spese, ad effettuare la cancellazione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita. Essa dovrà essere lineare, senza sbavature o svirgolate, rispettando, per la larghezza delle strisce la tolleranza di +/- 5 mm. e per la lunghezza la tolleranza di +/- 150 mm.; Qualunque sia il tipo di stesa i materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia, il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione, o della segnaletica preesistente.

L'Impresa eseguirà la stesa della segnaletica orizzontale con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione. I mezzi di lavoro utilizzati dalle Imprese dovranno essere collaudati presso la M.C.T.C. (Motorizzazione Civile e dei Trasporti in Concessione) per la circolazione su strade ed autostrade; tali macchinari dovranno altresì essere in linea con le più moderne tecnologie, in grado di eseguire a perfetta regola d'arte le lavorazioni richieste, dovranno essere ad elevata produzione, perfettamente funzionanti e in ottime condizioni.

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione Lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte. La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dalla D.L.; l'Impresa avrà l'onere, senza ulteriori compensi, della pulizia delle superfici trattate. Successivamente, nel caso occorressero affioramenti delle strisce cancellate, l'Impresa sarà tenuta, a suo completo onere e carico, e ciò per tutto il periodo di garanzia previsto, ad eseguire gli opportuni interventi di ricancellatura. L'Impresa dovrà predisporre dei rapportini giornalieri, secondo un modulo fornito dalla D.L., dove dovrà riportare la tipologia e quantità dei lavori eseguiti, il personale ed i mezzi impiegati, lo stato del tempo e le osservazioni che riterrà opportuno sullo svolgimento dei lavori; tali rapportini dovranno essere compilati anche in caso di sospensioni lavori per maltempo, incidenti od altro. I rapportini dovranno essere inviati con fax alla Direzione Lavori giornalmente. Al termine delle lavorazioni, l'Impresa dovrà consegnare l'originale dei rapportini ed i disegni dei lavori eseguiti, secondo le modalità che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

ENRICO DUSI STUDIO

51.2 SEGNALETICA VERTICALE

51.2.a CARATTERISTICHE DELLA FORNITURA

Tutta la segnaletica verticale dovrà essere fornita con le caratteristiche rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dall'art. 45, comma 1 e 8 del Dlgs. 30 Aprile 1992, n. 285 e s.m.i., dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada, D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e s.m.i. e dal D.M. 23.06.1990 Ministero LL.PP. "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti".

I segnali e le pellicole devono, altresì, rispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 31.03.1995 Ministero LL.PP.- Pr EN 12899-1, pubblicato sulla G.U. n. 106 del 09.05.1995 e s.m.i.: le pellicole, altresì, dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9001/2.

Inoltre, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 45 comma 8 del nuovo Codice della Strada e dagli artt. 192, 193, 194, 195 del Regolamento di esecuzione e dalla Circolare n. 2584 del 9 giugno 1995 Ministero LL.PP., tutti i segnali forniti dovranno essere prodotti da costruttori regolarmente autorizzati.

Le forniture dovranno inoltre rispettare le specifiche indicazioni risultanti dagli elaborati di progetto ed in particolare dalle voci relative ricomprese nell'elenco descrittivo delle forniture e lavorazioni allegato.

51.2.b QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali che saranno forniti dall'Impresa dovranno essere riconosciuti dalla Direzione dei Lavori come materiali di ottima qualità e rispondenti ai requisiti appresso indicati.

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

51.2.c CARATTERISTICHE TECNICHE COSTRUTTIVE DEI SEGNALI

SUPPORTO METALLICO

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99%, di spessore non inferiore a 25/10 di millimetro per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati, e di spessore pari a 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5.

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad "U" dello sviluppo di centimetri 1,5, saldate al cartello.

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad "U" di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, con spessore pari a millimetri 5 e lunghezza pari a quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4x1/5 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

La lamiera di alluminio dovrà subire carteggiatura, sgrassamento a fondo e procedimento di fosfocromatizzazione o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatola dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Per evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare di diametro mm 48 e 60.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato, corredate di relativa bulloneria, pure zincata.

I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare di diametro pari a mm 48 e 60, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI ISO 2063:1993 e A.S.T.M. 123 e non verniciati. La direzione dei Lavori potrà richiederne la verniciatura con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla stessa, senza alcuna richiesta aggiuntiva da parte dell'Impresa.

I sostegni dei segnali verticali dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

Per il sostegno di tabelle, andrà posta in opera una struttura monopalo in acciaio zincato a caldo, avente spessore pari a 75/80 micron e saldature basiche pari allo spessore minimo. La struttura, atta a sostenere tabelle delle dimensioni di cm 300x300, sarà costituita in modo di consentire un'altezza utile di cm 150 circa tra il piano strada e il bordo inferiore della targa. La struttura dovrà essere composta da una colonna e da una traversa, con contro-piastra in lamiera ancorata con tirafondi e annegata nel blocco di fondazione. Questi elementi strutturali dovranno essere dimensionati e verificati ai sensi della normativa vigente. La traversa porta targa dovrà essere orientabile per consentire l'esatto posizionamento della targa verso la direzione di marcia. La struttura monopalo dovrà garantire una resistenza all'azione del vento di entità conforme alle Norme CNR DT 207/2008.

Faccia Anteriore

Le pellicole retroriflettenti da applicarsi sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati come al precedente punto, dovranno essere del tipo a normale efficienza (Classe 1- durata 7 anni), ad elevata efficienza (Classe 2 - durata 10 anni), o ad altissima intensità luminosa (Classe 2 sperimentale - durata di 10 anni) aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico, approvato con D.M. 31.03.1995.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzioni di continuità su tutta la faccia utile del cartello, con il nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste, trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalte-

ENRICO DUSI STUDIO

rata le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Oltre ai segnali da realizzare obbligatoriamente con pellicola ad alta efficienza Classe 2, secondo quanto previsto dall'art. 79 comma 12 del D.P.R. n. 495/92, tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola a normale efficienza Classe 1; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già descritte sopra, relative ai segnali a pezzo unico ed a quelli di indicazione.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 comma 1 del D.P.R. n. 495/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti.

Tutti i segnali con pellicola Classe 1 dovranno pervenire in cantiere con la faccia a vista protetta dal "liner" posto originalmente a protezione dell'adesivo.

Tutti i segnali con pellicola Classe 2 e Classe 2 speciale dovranno pervenire in cantiere con la faccia a vista protetta dalla carta speciale a protezione dell'adesivo.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico, approvato dal Min. LL. PP., con Decreto del 3 1.03.95.

Le pellicole retroriflettenti dovranno, comunque, risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI/EN 29000 e s.m.i..

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 del Disciplinare Tecnico suddetto.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentalmente.

Definizioni:

- pellicole di Classe 1: a normale risposta luminosa con durata di 7 anni;
- pellicole di Classe 2: ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni;
- pellicole sperimentali di Classe 2 Grandangolare :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 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 3 1.03.1995, da utilizzarsi nelle seguenti specifiche situazioni stradali:

segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze.

segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;

strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;

strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di grande angularità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERG.	ANGOLO ILLUM.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°	80	65	20	10	4
	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
1,5°	5°	20	16	5	2,5	1
	30°	10	8	2,5	1	0,5
	40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 3 1.3.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.3.95, nella documentazione della Ditta aggiudicataria.

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa; in tal caso la pellicola, oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 20° + 2° (venti gradi).

La misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

Infine, la pellicola speciale di colore giallo fluororifrangente, per eventuale segnaletica da cantiere, dovrà avere un fattore di luminanza non inferiore a 0,50.

Sul retro dei segnali dovranno essere indicati, secondo quanto previsto dall'art. 77 comma 7 del D.P.R. n. 495/92, nello spazio previsto di 200 cm², il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.

51.3 ELEMENTI INDICATORI

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra, della forma e dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, per la parte fuori terra, saranno lavorati a grana ordinaria secondo le prescrizioni di cui all'art. 108.

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di cm 10 e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli o rottami di pietre fortemente battuti.

ENRICO DUSI STUDIO

Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 52 CORPI ILLUMINANTI

Le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale ai fine dell'omologazione, allegate al D.M. 3 giugno 1998 con le modificazioni di cui al D.M. 11

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 53 BARRIERE STRADALI

Le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale ai fine dell'omologazione, allegate al D.M. 3 giugno 1998 con le modificazioni di cui al D.M. 11 giugno 1999, sono aggiornate ai sensi dell'art. 8 del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, e sostituite dalle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali allegate al Decreto 21 giugno 2004.

Con il suddetto decreto sono altresì recepite le norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4, che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto ed i relativi criteri di accettazione.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**53.1 CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO**

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm 300, sviluppo non inferiore a mm 475, modulo di resistenza non inferiore a cm 325.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm 32.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m 0,95 per le barriere centrali e m 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m 3,60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di m 2,5, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45x100 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Tutti gli elementi metallici dovranno essere realizzati in acciaio per impieghi strutturali a resistenza migliorata alla corrosione atmosferica S355J0WP (tipo "corten" grado B) secondo UNI EN 10155:95.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**53.2 GENERALITÀ**

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico

ENRICO DUSI STUDIO

centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L..

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21-06-2004.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

- 1) Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987;
- 2) Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- 3) Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- 4) Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- 5) Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- 6) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- 7) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 9) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 10) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;
- 11) Decreto ministeriale 2 agosto 2001;
- 12) Decreto ministeriale 23 dicembre 2002 n° 3639;
- 13) Decreto ministeriale 21 giugno 2004.

Le barriere devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

53.3 OMOLOGAZIONE DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI

L'omologazione di qualsiasi tipo di barriera o altro dispositivo deve essere richiesta al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con apposita domanda presentata da produttori, da enti gestori delle strade, da progettisti o da società di progettazione, in forma singola o associata. Ad omologazione avvenuta il titolare della stessa potrà autorizzare uno o più produttori certificati in qualità a costruire il dispositivo omologato.

I dispositivi, omologati o meno secondo il decreto 21-06-2004, per essere utilizzati operativamente sulle strade italiane, dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere.

53.4 CONFORMITÀ DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA NELLE COSTRUZIONI STRADALI E LORO INSTALLAZIONE

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio.

Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5.

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in progetto.

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

53.5 CRITERI DI SCELTA DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA STRADALE

Ai fini della individuazione delle modalità di esecuzione delle prove d'urto e della classificazione delle barriere di sicurezza stradale e degli altri dispositivi di ritenuta, sarà fatto esclusivo riferimento alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4.

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c) dell'art. 1 delle istruzioni tecniche del D.M. 21.06.2004, per le quali dovranno essere sempre usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e comunque in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Sarà in particolare controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto.

Per la composizione del traffico, in mancanza di indicazioni fornite dal committente, il progettista provvederà a determinarne la composizione sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio), ovvero di studio previsionale.

ENRICO DUSI STUDIO

Ai fini applicativi il traffico sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤5
II	> 1000	5 < n ≤15
III	> 1000	> 15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

Ai fini applicativi le seguenti tabelle A, B, C riportano in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera le classi minime dei dispositivi da applicare.

Tabella A - Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte(1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	HI	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	HI	N2	H2
	II	H2	HI	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	NI	H2
	II	HI	N2	H2
	III	HI	HI	H2

53.6 PROVE TECNICHE (STATICHE DINAMICHE) SULLE BARRIERE

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali, dovranno essere eseguite, presso campi prove attrezzati dotati di certificazione secondo le norme EN 17025, sia italiani sia di Paesi aderenti allo Spazio economico europeo.

Le modalità delle prove (secondo l'ultimo D.M. del 21.06.2004) dovranno rispondere alle norme europee EN 1317 parti 1,2,3 e 4 e suoi successivi aggiornamenti.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ENRICO DUSI STUDIO

Art. 54 BARRIERE ACUSTICHE

Il presente capitolo specifica le caratteristiche acustiche e tecniche dei materiali che costituiscono le barriere antirumore e dettaglia le prove acustiche cui devono essere sottoposti i materiali, relativamente alle fasi di omologazione, accettazione materiali e prove di collaudo in sito o durabilità. Le certificazioni di omologazione dovranno essere esibite contestualmente alla presentazione dell'offerta economica, pena l'invalidazione della offerta stessa.

Tutte le prove acustiche dovranno essere effettuate presso laboratori specializzati, preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**54.1 PREQUALIFICA DEL SISTEMA ANTIRUMORE**

I sistemi antirumore devono essere caratterizzati sia in termini di proprietà prettamente acustiche, descritte da alcune prestazioni funzionali (caratteristiche acustiche), sia in termini di proprietà meccaniche, di sicurezza, di compatibilità ambientale, ecc. (caratteristiche non acustiche).

L'insieme di queste caratteristiche, acustiche e non acustiche, deve essere opportunamente certificato, secondo le metodologie e le norme di riferimento di seguito esplicitate.

I sistemi antirumore stradali, in quanto rientranti fra i "dispositivi fissi per la circolazione", sono regolamentati dalla Direttiva Europea 89/106 CEE "Prodotti da Costruzione" (CPD) recepita a livello italiano dal DPR 246/93. Fondamento della direttiva è il principio in base al quale i prodotti impiegati nelle costruzioni debbano essere dotati di caratteristiche idonee a garantirne la conformità ai seguenti requisiti essenziali:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene salute e ambiente;
- sicurezza di utilizzazione;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico e isolamento termico.

Le norme armonizzate europee riguardano le caratteristiche intrinseche dei prodotti utilizzati e costituiscono il riferimento per il rilascio del marchio CE.

Pertanto, il "sistema barriera antirumore", costituito da diversi elementi (pannelli, montanti, guarnizioni, etc.), deve possedere i requisiti funzionali minimi dettagliati dalla norma armonizzata UNI EN 14388 (Road traffic noise reducing devices – Specifications) ed essere commercializzato come sistema omogeneo riportante la marcatura CE.

Seguendo lo spirito che è alla base delle norme armonizzate, la marcatura CE si intende applicata al sistema barriera antirumore e non al singolo componente; inoltre la marcatura CE garantisce la conformità di un certo numero di prestazioni "minime" e non è quindi esaustiva di altre funzionalità o requisiti dettagliati dal presente Capitolato Speciale al fine di tener conto di particolari situazioni di installazione dei prodotti.

La marcatura CE si riferisce pertanto ad un insieme di caratteristiche prestazionali che attestano la prequalifica del sistema antirumore. L'attestato di marcatura e relativi certificati di prova rilasciati da laboratorio accreditato devono essere esibiti in fase di approvazione degli elaborati di officina, in ogni caso prima dell'inizio delle attività di cantiere.

La marcatura CE non esime comunque il fornitore dal presentare:

- certificati relativi a prove integrative alla prequalifica eventualmente richieste dal progettista;
- certificati di conformità di prodotti e materiali richiesti dalla Direzione Lavori in base alle caratteristiche prescrizionali;
- certificati di collaudo e verifiche di durabilità richieste dalla Direzione Lavori in base alle indicazioni progettuali.

Nei paragrafi seguenti sono trattate separatamente le singole caratteristiche prestazionali, indicando per ognuna le grandezze da verificare, corredate delle norme di riferimento secondo cui le prove devono essere eseguite.

54.2 PROVE ACUSTICHE

I requisiti acustici che i sistemi antirumore devono possedere all'atto della prequalifica si riferiscono alle cosiddette caratteristiche intrinseche.

Questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore, indipendentemente dall'ambiente in cui esso sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore; sono tali le proprietà di assorbimento o riflessione del suono (vedere UNI EN 1793-1 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto), le proprietà di isolamento acustico per via aerea (vedere UNI EN 1793-2 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto) e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore (vedere UNI CEN/TS 1793-4 - prova in campo aperto).

I valori minimi indicati dalla norma tecnica non escludono specifiche richieste effettuate dal progettista in relazione alle peculiarità dei singoli progetti. In questi casi i sistemi antirumore, all'atto della prequalifica, dovranno soddisfare i requisiti minimi di progetto.

Le prove in campo aperto sopracitate possono essere ripetute sulla barriera installata, su richiesta della Direzione Lavori, per valutare la corretta installazione (collaudo) o per valutare nel tempo il mantenimento delle caratteristiche iniziali (controlli previsti dal piano di manutenzione).

A fini di collaudo i rilievi devono essere eseguiti in ragione di almeno un punto individuato dalla Direzione Lavori, per 2.000 metri lineari di barriera. Rispetto ai valori nominali di prequalificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI. Se previsto dal piano di manutenzione, le stesse procedure possono essere utilizzate per verificare la durabilità dei materiali impiegati, con riferimento all'invecchiamento (condizioni meteorologiche, effetti chimico-fisici). I rilievi devono essere eseguiti negli stessi punti su cui sono state effettuate le prove di collaudo in sito, a distanza di cinque anni dalla data di ultimazione dell'intervento. Rispetto ai valori nominali di prequalificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 20% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3

ENRICO DUSI STUDIO

ottava, ed a 3 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI.

Tutte le spese inerenti le prove di accettazione materiali e collaudo saranno a carico dell'Impresa.

54.3 CARATTERISTICHE ACUSTICHE

I pannelli saranno di classe 1 ad elevate prestazioni. Si tratta di pannelli di elevate prestazioni acustiche da impiegarsi nelle situazioni in cui sia opportuno garantire elevati valori di insertion-loss della barriera ed evitare i fenomeni di riflessione. Per tali pannelli si prescrivono i seguenti requisiti minimi di accettabilità:

Metodo UNI EN 1793 – 1 : categoria A4;

Metodo UNI EN 1793 – 2 : categoria B3;

Metodo UNI EN 1793 – 5 : categoria B3 sia per pannello che per montante.

In tali pannelli l'elemento fonoassorbente può essere costituito da uno o più strati di materiale fonoassorbente (lana minerale, fibre tessili, fibra poliestere, espansi plastici, fibre plastiche, ecc.) opportunamente protetti da lamiera forata o striata o altri materiali.

L'elemento fonoisolante sarà invece costituito da lamiera in alluminio (opportunamente lavorata, nervata e verniciata, eventualmente con l'aggiunta di idoneo materiale smorzante), da materiali trasparenti (polimetilmetacrilato).

54.4 CARATTERISTICHE GENERALI

Le barriere antirumore devono soddisfare ai requisiti meccanici e di stabilità previsti nelle norme EN 1794 – 1 relativamente ai parametri e ai valori di riferimento qui di seguito riportati:

Carico del vento, carico dinamico e carico statico

Le barriere devono essere conformate in modo che sotto i carichi di esercizio presentino deformazioni massime tali da non comprometterne l'efficienza.

Pertanto si prescrivono valori massimi di deflessione, elastica e permanente, secondo quanto riportato ai punti A.3.2 ed A.3.3. dell'allegato A e dell'allegato B della norma EN 1794 – 1.

La certificazione dovrà essere ottenuta tramite specifiche prove sperimentali o mediante relazione di calcolo predisposta da professionisti abilitati, tramite l'uso di codici di calcolo preventivamente tarati.

Le caratteristiche dovranno essere certificate relativamente alla struttura portante, i pannelli ed i dispositivi aggiuntivi di sommità.

Impatto di pietre

I pannelli possono essere oggetto di impatti localizzati a seguito della proiezione di pietre o piccoli oggetti: per garantire la resistenza a tali impatti vengono definiti dei criteri di accettabilità secondo quanto descritto nell'allegato C della norma EN 1794 – 1.

Le barriere antirumore devono soddisfare ai requisiti di sicurezza e compatibilità ecologica previsti nelle norme EN 1794 – 2 relativamente ai parametri e valori di riferimento qui di seguito riportati:

Resistenza al fuoco

Al fine di evitare fenomeni di innesco incendio da parte di fiamme provenienti dalla combustione di sterpaglie od erba, vengono prescritti criteri di accettazione secondo quanto definito dall'allegato A della norma EN 1794 – 2.

Caduta di frammenti

I frammenti di barriera, derivanti da rotture a seguito di impatti violenti, non devono costituire elementi di pericolo per gli occupanti dei veicoli o per altre persone poste in vicinanza della barriera.. Pertanto nel caso di barriere posizionate su opere d'arte sovrastanti altre infrastrutture di trasporto o nel caso di barriere poste nelle immediate vicinanze di abitazioni, vengono definiti dei criteri di accettabilità mediante prove sperimentali effettuate con le modalità descritte nell'allegato B della norma EN 1794 – 2.

Protezione ecologica

I materiali impiegati nella costruzione delle barriere non devono causare effetti tossici o comunque negativi sull'ambiente circostante, sia durante l'esercizio (rilascio fumi, polveri, odori, fibre dannose, inquinamento acque, ecc.) sia alla fine della vita utile (sostanze chimiche utilizzate come leganti dei materiali fonoassorbenti, vernici, ecc.).

Riflessione della luce

Per evitare fenomeni di abbagliamento, le barriere devono essere testate secondo quanto prescritto nella norma ISO 2813. I valori derivanti dai test effettuati devono essere riportati nelle caratteristiche tecniche di fornitura.

Occorre infine rispettare le seguenti prescrizioni specifiche: la schermatura acustica sarà costituita da montanti in profilato di acciaio tipo HE: valgono le prescrizioni di verniciatura di cui alle caratteristiche del successivo punto 7.d.

La barriera fonoisolante/fonoassorbente sarà costituita da pannelli fonoisolanti ed inserti fonoassorbenti, con eventuali lastre trasparenti con strisce satinare orizzontali in colore a scelta della direzione lavori.

Tutto il materiale metallico è costituito da acciaio del tipo non inferiore a Fe 360 B (S 235 JR secondo UNI EN 10025), e di bulloneria di adeguata resistenza (viti classe 6,8 o superiore e dadi 6S o superiore secondo UNI EN ISO 898-1 :200 1).

Le strutture portanti dovranno essere calcolate e verificate secondo la normativa vigente e in particolare modo secondo i disposti del D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti.

I montanti in profilato di acciaio tipo HE sono collegati alla struttura del viadotto o ponte a mezzo di ancoraggi adeguati alle caratteristiche tipologiche della struttura di sostegno del ponte.

Per posizionamento su terra dovrà essere prevista idonea fondazione in c.a..

Vengono di seguito riportate le specifiche tecniche degli elementi costituenti la barriera:

54.5 PANNELLI

Pannelli in alluminio

Devono essere realizzati in lega Al-Mg-Mn secondo norma UNI ENV 1999-1- 1:2002, con buona resistenza alla corrosione.

Per i pannelli lo spessore minimo della lamiera su entrambi i lati, forati e non, sarà di 1,5 mm; nel caso si applichi sulla lamiera non forata un materiale di appesantimento (smorzante a base bituminosa o di gomma) del peso di almeno 5 kg/mq, lo spessore di tale lamiera può essere ridotto a 1,2 mm.

Gli elementi dei pannelli in alluminio dovranno essere pretrattati alla verniciatura mediante opportuni sistemi di decapaggio e di preparazione.

Lo spessore minimo locale della protezione deve essere di almeno 60 micron. L'alluminio non deve essere in contatto stabile con rame o sue leghe.

ENRICO DUSI STUDIO

Si prescrivono i seguenti requisiti.

- 1) spessore minimo della protezione anticorrosiva: i valori dichiarati o 60 micron (il maggiore tra i due)
- 2) aderenza, secondo UNICHIM MU 630: almeno grado 0
- 3) resistenza alla scalfittura, secondo ISO 1518 (da eseguire solo sulla faccia esposta): valore minimo 60 N
- 4) resistenza agli urti, secondo norma UNI 8901: per caduta di una massa di 1 kg da un'altezza da 30 cm sulla faccia esposta, non devono verificarsi screpolature o distacchi su entrambe le facce.
- 5) resistenza all'umidità, secondo norma UNI 8744; esigenza minima (dopo 1500 ore di esposizione): la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visiva o perdita di aderenza.
- 6) resistenza alla corrosione da nebbia salina acetica, secondo norma UNI 5687; esigenza minima (dopo 500 ore di esposizione): l'ossidazione la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

Le operazioni meccaniche di foratura vanno effettuate prima dei trattamenti protettivi.

Materiale fonoassorbente interno al pannello:

Per quanto riguarda il materiale fonoassorbente, per i pannelli in alluminio, esso va inserito, ove previsto, all'interno della struttura metallica scatolata.

Il materiale in oggetto è costituito da complessi porosi (fibrosi minerali o plastici, o schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

Per aumentare la durabilità e per evitare impregnazioni e/o ritenzioni di liquidi che possano degradarne le caratteristiche meccaniche ed acustiche potranno essere impiegati sistemi protetti da una membrana microporosa ed idrorepellente, posizionata verso la sorgente del rumore.

Il materiale deve risultare imputrescibile, inerte agli agenti atmosferici e non infiammabile.

Questi valori verranno verificati dopo il montaggio e ripetuti in sito con apparecchiature ad onde stazionarie o con il metodo impulsivo.

Per le fibre poliestere 100% la densità deve risultare compresa fra 40 e 70 kg/mc;

le fibre devono essere termolegate senza l'utilizzo di collanti termoindurenti.

Per la lana minerale sono prescritti le seguenti caratteristiche:

- 1) grado di igroscopicità secondo norma UNI 6543/69 (tempo di prova 1 giorno). Il grado di igroscopicità non deve essere superiore al 0,2% in volume.
- 2) resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone il provino in esame, di dimensioni 100x100x5 mm, in un contenitore di acqua distillata alla temperatura ambiente e si verifica, dopo 24 h, che non siano avvenuti sfaldamenti del provino e colorazione dell'acqua.
- 3) resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone il provino in esame, di dimensioni 100x100x5 mm, in un forno alla temperatura di 150 °C per 24 H, poggiandolo su una delle facce maggiori e si verifica che non ci siano variazioni della lunghezza e della larghezza del provino di valori superiori a +5%.

Pannelli trasparenti

Qualora particolari esigenze architettoniche lo impongano, sarà possibile l'impiego, anche parziale, di pannelli in materiale trasparente (polimetilmetacrilato).

I pannelli in metilmetacrilato possono essere del tipo colato o estruso, con spessore minimo di 15 mm e dovranno essere dotati di strisce satinare orizzontali (per la protezione dei volatili). Dovranno essere conformi a quanto richiesto dalle norme DIN 16957 e devono inoltre soddisfare le seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristica	Metodo	Metacrilato
Densità minima (gr/cc)	D792	1.1
Resistenza a flessione minima (MN/m)	D790	100
Resistenza a trazione (MN/m)	D638	65
Resistenza all'urto senza intaglio (kJ7m)	D256	1.1
Temperatura rammollimento Vicat (°C)	D1525	110
Coefficiente max. dilatazione termica (1/°C)	D696	80x10-6
Trasmissione luce per lastra incolore (%)	D1003	90
Grado di giallo (%)	D1925	2

Un telaio in acciaio completo di guarnizioni ne consente l'installazione tra i montanti.

MONTANTI

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio al carbonio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S235JR secondo UNI EN 10025 e zincati a caldo in accordo alla norma UNI EN 1461 per uno spessore non inferiore a 60 micron, previo ciclo di sabbiatura SA 2-1/2 oppure trattamento di decapaggio chimico.

Inoltre è richiesto un ulteriore trattamento della superficie, subito dopo la zincatura, mediante ciclo di verniciatura analogo a quanto prescritto per pannelli metallici in acciaio al carbonio.

Lo spessore minimo locale della protezione (verniciatura + zincatura), deve essere di almeno 120 micron, in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il Fornitore, rispettando comunque quanto sopra riportato, deve indicare il sistema di trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti verniciati impiegati e le modalità di applicazione.

Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura
- misura degli spessori degli strati protettivi.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino "prodotti qualificati" ai sensi del DM 14/01/2008 "Norme tecniche per l'esecuzione delle

ENRICO DUSI STUDIO

opere in calcestruzzo armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI (oppure EN), in numero atto a fornire un'adeguata conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque pari ad almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui ai prospetti 2-1 e 2-11 del DM sopra menzionato, per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e chimiche, alle tabelle UNI (oppure EN) corrispondenti.

ACCESSORI

Sigillanti e guarnizioni

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni, specie per quanto riguarda la resistenza all'invecchiamento dell'elastomero utilizzato. Inoltre detti materiali dovranno rispettare la norma DIN 53571 (o EN equivalente). Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione ed ammortizzare le vibrazioni dello stesso. Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in policarbonato o in metilmetacrilato non dovranno contenere acido acetico.

Accessori metallici

Tutti gli elementi metallici non precedentemente esaminati (bulloneria, rivetti, rondelle elastiche e non, piastre di base dei montanti, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461, per uno spessore non inferiore a 60 micron (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti).

Per quanto riguarda i tirafondi, il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S 235 della norma UNI EN 10263, mentre le piastre di base saranno realizzate in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S235JR secondo UNI EN 10025. I bulloni dovranno appartenere alla classe prevista dai carichi di progetto, secondo la norma UNI EN ISO 898- 1:2001.

54.6 VERNICIATURE

Generalità

Tutte le strutture in acciaio al carbonio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; di seguito vengono descritte le diverse tipologie di ciclo di verniciatura.

Ciclo "A"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

1° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco ($ZnCrO_4$), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo legante clorocaucciù
- PVC % (concentrazione volumetrica del pigmento) $\geq 36\%$
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 82\%$
- tipi di pigmento minio - $ZnCrO_4$
- legante secco % 25%
- spessore del film 80 : 100 μ
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro

micaceo, alluminio, avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante. Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante clorocaucciù
- PVC % $\geq 41\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 14\%$
- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28%
- spessore del film 80 : 100 μ
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura acrilica al clorocaucciù pigmentata con biossido di

titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici. Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC % $\geq 26\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 26\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO_2)
- legante secco % 33%
- spessore del film 40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

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

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC % $\geq 36\%$

ENRICO DUSI STUDIO

- % pigmento sul totale polveri $\geq 25\%$
- tipo di pigmento cromato di zinco ZnCrO_4
- legante secco % 26%
- spessore del film 30 : 40 u
- metodo di applicazione pennello
- 2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO_2), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:
- tipo di legante epossidico
- PVC % $\geq 40\%$
- % pigmento sul totale polveri $\geq 11\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO_2)
- legante secco % 26%
- spessore del film 80 : 100 u
- metodo di applicazione pennello
- 3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T):
- tipo di legante poliuretanico
- PVC % $\geq 16\%$
- % pigmento sul totale polveri $\geq 26\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO_2)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30 : 40 u
- metodo di applicazione pennello o rullo

Ciclo "C"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

1° strato - Mano di fondo oleofenolica, i cui pigmenti inibitori dovranno essere: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO_4) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo.
- legante secco (resina) % $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35 : 40 u
- metodo di applicazione pennello o rullo

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

Caratteristiche formulative della 2° mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro.
- legante secco (resina) % $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35 : 40 u
- metodo di applicazione pennello, rullo o airless

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3° mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO_2), ftalocianina blu

- % di TiO_2 sul totale pigmenti $\geq 30\%$
- legante secco (resina) % $\geq 40\%$
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35 : 40 u
- metodo di applicazione pennello, rullo o airless

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4° mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO_2), ftalocianina

ENRICO DUSI STUDIO

blu

-	% di TiO ₂ sul totale pigmenti	>=	30%
-	legante secco (resina) %	>=	40%
-	tipo di olio nel legante	olio vegetale	
-	% olio nella resina secca	>=	60%
-	spessore del film secco	35	: 40 u
-	metodo di applicazione	pennello, rullo o airless	

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20/01/1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18/04/1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20/02/1988 n. 141 (G.U. n. 05.05.1988).

Preparazione del supporto

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto. La pulizia dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 5961:1984, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata (h)	Temperatura (°C)
Radiazione ultravioletta	6	60
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate		
(UNI 4261 66)	12	35
Corrosione in nebbia salina		
(UNI 5687 73)	12	35
Radiazione ultravioletta	6	60
Immersione in soluzione satura di CaCl ₂	12	35

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

- Ingiallimento, secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

- Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

Ciclo "A" Blistering: 1° strato = 9F
 2° strato = 9M 3° strato = 9F
 Ruggine RO (ruggine assente)
 Ciclo "B" Blistering: 1° strato = 9M
 2° strato = 9M 3° strato = 9F
 Ruggine RO (ruggine assente)
 Ciclo "C" Blistering: 1° strato = 9F
 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F
 Ruggine RO (ruggine assente)

- Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A" Gt0-Gtl (stacco nullo al massimo del 5%)
 Ciclo "B" Gt0 (stacco nullo)
 Ciclo "C" Gt0-Gtl (stacco nullo al massimo del 5%)

ENRICO DUSI STUDIO

Spessore film secchi:

Ciclo "A" I° strato = 90 u

2° strato = 80 u

3° strato = 40 u

Ciclo "B" I° strato = 30 u 2° strato = 90 u 3° strato = 35 u

Ciclo "C" I° strato = 35 u 2° strato = 35 u 3° strato = 35 u 4° strato = 35 u

- Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.
- Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.
- Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 5961) con mandrino diametro 4 mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi (Tabelle n.5, n.6, n.7 allegate).

Prove di accettazione dei prodotti

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

-campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg. e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato)

-schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e:- foglio A per le caratteristiche di composizione; - foglio B per le caratteristiche di applicazione.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

54.7 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Geometria delle pareti e particolarità costruttive.

La geometria è indicata negli elaborati grafici di progetto e va assolutamente rispettata. Salvo eventuali modifiche, da sottoporre all'approvazione, il bordo superiore della barriera si deve mantenere parallelo alla livelletta fino a che questa non superi la pendenza dell'1%. Per pendenze superiori si ammetterà il montaggio scalettato con passo da stabilire di volta in volta. In questo caso la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista ai fini della fonoassorbenza.

Per quanto possibile ogni interruzione della barriera dovrà essere protetta da uno schermo opportunamente arretrato e di lunghezza pari almeno all'interruzione più due volte la distanza tra la barriera principale e barriera arretrata.

Sui viadotti, ponti o altri luoghi, o per revisione di progetto, o su richiesta, potrà essere previsto che una o più file inferiori di pannelli non siano fonoassorbenti per un'altezza di circa 1 m (1,45 m sui viadotti), conservando però le loro proprietà fonoisolanti. In particolare questi pannelli non devono presentare fori. Per il resto (aspetto esterno, protezione anticorrosiva, ecc.) essi devono corrispondere il più possibile ai pannelli superiori. Tale fascia inferiore potrà essere costituita da muretti, parapetti o simili.

I collegamenti ai manufatti, alle porte di emergenza, i giunti di dilatazione, ecc. dovranno essere realizzati mediante dispositivi a tenuta acustica e a regola d'arte. Anche fra i montanti ed i pannelli devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche.

Allo scopo di evitare la propagazione delle onde sonore dovute all'irregolarità delle superfici in calcestruzzo, tra i pannelli e le lastre prefabbricate (e rispettivamente tra i pannelli e le fondazioni in calcestruzzo) deve essere previsto un elemento sigillante.

Laddove sui ponti, viadotti, ecc., anche a causa della presenza delle piastre ai piedi dei montanti, si crei un interstizio tra pannelli e cordolo, il fornitore deve proporre un dispositivo acusticamente ermetico che non causi però il ristagno di acqua tra calcestruzzo e pannelli. Per ragioni di sicurezza, tutti i materiali utilizzati devono essere difficilmente infiammabili in modo da escludere ogni pericolo d'incendio.

Nei casi in cui le barriere acustiche siano ad una distanza inferiore a 10 m da edifici od oggetti dove esiste pericolo d'incendio, esse devono essere costituite da materiale non infiammabile (classe A, secondo DIN 2102). Per barriere acustiche costituite da elementi difficilmente infiammabili, ma tuttavia combustibili, sarà necessario impiegare montanti non combustibili in grado di agire da sbarramento antincendio tra i pannelli stessi; dopo un tratto di 30 m di pannelli non infiammabili per almeno 6 m di lunghezza. In caso di incendio i materiali non devono produrre gas tossici.

Tutti i materiali impiegati (in particolare modo il materiale fonoassorbente) devono essere protetti contro l'aggressione di animali (insetti, roditori, uccelli, ecc.).

Le barriere antirumore dovranno essere caratterizzate da limitata riflessione luminosa, al fine di evitare abbagliamenti nelle ore notturne e/o diurne. Pertanto il fattore luminoso da riflessione deve essere trascurabile (inferiore al 10% con angolo di incidenza di 60 gradi).

Su richiesta, i pannelli dovranno essere verniciati con il colore standard RAL 6021 oppure secondo uno dei colori della gamma RAL.

La tonalità di colore dovrà variare il meno possibile, ma in nessun caso in modo vistosamente irregolare (non sono ammesse formazione di macchie).

Solo dietro consenso da parte della Direzione Lavori, saranno ammesse barriere con variazioni cromatiche rispetto a quelle sopra riportate.

Durante il periodo di garanzia sono accettabili variazioni di colore non superiori a due unità della scala dei grigi per pannelli adiacenti e variazioni del colore non superiori a 3 unità della scala dei grigi per la barriera nel suo insieme.

La costruzione delle barriere deve essere tale da evitare assolutamente che, anche dopo scadenza del periodo di garanzia, si producano punti non a tenuta dovuti all'azione di agenti atmosferici, ad alterazione di materiali, a deformazioni, ecc. Per garantire la durata dell'ermeticità tra pannello e pannello è prescritto un accoppiamento sigillante a tenuta acustica da descrivere negli elaborati di progetto.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare, per i pannelli compositi l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli (fori sul fondo) e non ristagnare sia fra pannello e pannello, sia fra pannello inferiore della barriera e superficie di appoggio.

Tra pannello fonoassorbente e la faccia anteriore e posteriore del pannello deve essere previsto, mediante distanziatori, un idoneo interstizio. L'interstizio deve inoltre facilitare, al massimo, lo scolo delle acque, permettendone, per aerazione, il rapido asciugamento, in

ENRICO DUSI STUDIO

modo da non pregiudicare l'efficienza fonoassorbente del materiale stesso. Il materiale fonoassorbente deve essere opportunamente posizionato e sostenuto in modo tale da evitare spostamenti o piegature sia durante il montaggio che durante l'esercizio.

Elementi provvisti di fori in sommità devono essere chiusi con profili di copertura; questi ultimi devono essere fissati sui montanti con possibilità di dilatarsi a causa delle variazioni di temperatura.

Dovranno essere previsti dispositivi atti ad impedire l'asportazione dei pannelli.

Fissaggio dei pannelli

Un progetto dettagliato sul metodo previsto per impedire l'asportazione dei pannelli deve essere preventivamente sottoposto all'approvazione.

Fissaggio dei montanti

Tutti i montanti dovranno essere fissati, tramite piastre di base a T, a staffe o a bulloni verticali ancorati nel calcestruzzo, oppure inseriti in apposite tasche precostituite sui muretti o sugli elementi di fondazione in calcestruzzo armato prefabbricato con opportune tasche di inserimento o gettato in opera, o comunque vincolati al terreno o ai manufatti in modo che possano resistere alle azioni del vento e/o ad altre eventuali azioni di progetto. Dovrà anche essere verificata la stabilità globale dei muri in rapporto al tipo di supporto (scarpate di sommità in trincee, ecc.).

I montanti devono essere allineati con precisione. Non sono ammesse distorsioni dei montanti, che rendono difficile l'inserimento dei pannelli.

I getti di bloccaggio saranno eseguiti con malte o con resine epossidiche.

Statistica dei montanti e dei pannelli

I montanti devono essere normalmente ad interasse di 3 m. In caso di necessità la distanza tra due montanti può essere superiore a quella standard ma non può mai superare la lunghezza di 6,5 m.

I pannelli devono essere autoportanti e devono poter resistere al peso dei pannelli sovrastanti. In particolare si prescrive per gli schermi fonoassorbenti un sovraccarico pari al 20% del peso a secco, per tener conto dell'aumento di peso del materiale fonoassorbente dovuto all'assorbimento di acqua piovana o proiettata. Inoltre i pannelli devono resistere al carico orizzontale del vento secondo i "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni, dei carichi e sovraccarichi" alla pressione indotta dal passaggio di convogli considerata come spinta ortogonale alla parete ed uniformemente distribuita, all'accumulo di neve e all'eventuale proiezione di pietrisco. Il fornitore dovrà presentare i calcoli di tutti gli elementi costituenti la barriera comprese le relative fondazioni, che potranno in caso di necessità essere previste sui pali, nonché i calcoli di quelle opere preesistenti per le quali la posa in opera della barriera arrechi un considerevole stato di maggiore sollecitazione.

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

54.8 MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

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

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

54.9 VERIFICA ACUSTICA DELLA BARRIERA ANTIRUMORE

Le prestazioni globali della barriera antirumore verranno verificate entro 90 giorni dalla data di conclusione dei lavori e verranno eseguite secondo le modalità riportate nella norma UNI 11022 "Misurazioni dell'insertion-loss di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto in ambiente esterno".

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI