

UFFICIO OPERATIVO DI MILANO

Via Taramelli 12, 20124 Milano

**MB-E-3 PROGETTAZIONE DEFINITIVA
 E REDAZIONE DEL PIANO OPERATIVO DI BONIFICA
 PER LA REALIZZAZIONE DI UN'AREA DI LAMINAZIONE
 PER LE PIENE DEL TORRENTE SEVESO
 NEI COMUNI DI PADERNO DUGNANO (MI) E VAREDO (MB)
 C.I.G.: 6574175CD2 C.U.P.: B57B15000390003**

PROGETTO DEFINITIVO

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
 DEGLI ELEMENTI TECNICI**

RESPONSABILE PROGETTAZIONE GENERALE:
 DOTT. ING. FULVIO BERNABEI

PROGETTAZIONE IDRAULICA E STRUTTURALE:
 DOTT. ING. FULVIO BERNABEI
 DOTT. ING. STEFANO ADAMI
COORD. DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
 DOTT. ING. LAURA GRILLI

GEOLOGIA E PROGETTAZIONE GEOTECNICA:
 PROF. GEOL. LAMBERTO LUCIANO GRIFFINI
 DOTT. ING. STEFANO GRIFFINI

PROGETTAZIONE PAESAGGISTICA E AMBIENTALE:
 DOTT. ING. MASSIMO SARTORELLI
 DOTT. MARIO PUZZI
 DOTT. STEFANIA TRASFORINI
 DOTT. CHIARA LUVIÈ
 DOTT. ANDREA SIBILIA

CONSULENZE SPECIALISTICHE
 ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:
 PROF. ANGELO DAL SASSO
 PROF. GIUSEPPE CROSA

PIANO DI BONIFICA:
 PROF. GEOL. GIOVANNI PIETRO BERETTA
 DOTT. GEOL. MAURIZIO NESPOLI
 DOTT. ING. ADELIO PAGOTTO
 DOTT. GEOL. MONICA AVANZINI

DOTT. ING. PAOLO SANAVIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
 DOTT. ING. LUIGI MILLE

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE: Ing. Paolo Sanavia

ELAB. N°

14

DATA GIUGNO 2017

COMMESSA N° 017/2016	REDATTO AS
CODICE COMMESSA DEFAIPOVAREDO	CONTROLLATO PS
NOME FILE	APPROVATO BERNABEI

Mod.7.3 F - Rev.01

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.
01	FEBB. 2019	REVISIONE A SEGUITO RAPPORTO DI VERIFICA			

INDICE

SPECIFICHE TECNICHE	7
A) Norme generali per l'esecuzione dei lavori	8
B) Manutenzione alvei.....	9
B.1 Generalità	9
B.2 Decespugliamento di scarpate fluviali	9
B.3 Disboscamento di scarpate fluviali	9
B.4 Sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali	10
B.5 Taglio selettivo di vegetazione	10
C) Movimenti terra.....	10
C.1 Scavi	10
D) Demolizioni.....	12
E) Formazione di rilevati.....	13
F) Opere di protezione spondale	14
F.1 Opere di protezione spondale in massi naturali o artificiali	14
F.2 Materassi metallici	17
F.3 Gabbioni plastificati.....	18
F.4 Geostuoie rinforzate	19
F.5 Terre rinforzate	20
G) Opere in conglomerato cementizio.....	22
G.1 Generalità	22
G.2 Normativa riferimento.....	22
G.3 Materiali	22
G.3.1 Cemento.....	23
G.3.2 Acqua di impasto.....	26
G.3.3 Malte e betoncini a stabilità volumetrica	30
G.3.4 Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica	31
G.3.5 Intonaci impermeabilizzanti speciali	32
G.3.6 Materiali per giunti.....	32
G.4 Tipi e classi dei conglomerati cementizi	32
G.4.1 Tipi particolari di conglomerato cementizio	34
G.5 Classi di esposizione	35
G.6 Classi di consistenza del calcestruzzo.....	37
G.7 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	38
G.8 Controlli in corso d'opera.....	39
G.9 Resistenza dei conglomerati cementizi	40

G.10	Durabilità dei conglomerati cementizi	41
G.11	Tecnologia esecutiva delle opere.....	42
G.11.1	Confezione dei conglomerati cementizi	42
G.11.2	Trasporto	43
G.11.3	Posa in opera	44
G.11.4	Finitura delle superfici del calcestruzzo	49
G.11.5	Stagionatura e disarmo.....	50
G.11.6	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari	51
G.11.7	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco	52
G.11.8	Armature per c.a.....	52
G.11.9	Armatura di precompressione	53
G.11.10	Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti	54
G.12	Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio.....	54
G.12.1	Apparecchiature e materiali impiegati nella prova	55
G.12.2	Metodologia di prova	55
G.12.3	Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità.....	55
G.12.4	Resoconto di prova	56
G.13	Inseriti a tenuta nei calcestruzzi	56
H)	Casseforme	56
H.1	Generalità	56
H.2	Casseforme centinate	57
H.3	Tiranti di ancoraggio	57
H.4	Pulizia e lubrificazione	57
H.5	Disarmo	58
L)	Ferro tondo d'armatura.....	58
L.1	Generalità	58
L.2	Modalità esecutive	58
L.3	Prove di accettazione e controllo	59
L.4	Certificazioni	59
M)	Opere in carpenteria metallica	61
M.1	Generalità	61
M.2	Normativa riferimento.....	62
M.3	Caratteristiche dei materiali.....	64
M.4	Modalità esecutive	69
M.5	Collaudo tecnologico dei materiali	79
M.6	Collaudo dimensionale e di lavorazione.....	79
M.7	Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio	80
N)	Fondazioni speciali	80
N.1	Trattamenti colonnari di terra stabilizzata (JET GROUTING)	80
N.1.1	Generalità.....	80
N.1.2	Sistema di gettiniezione normale o monofluido	81

N.1.3	Armatura dei trattamenti colonnari.....	81
N.1.4	Tolleranze.....	82
N.1.5	Documentazione lavori	82
N.1.6	Controlli.....	82
N.2	Diaframmi in c.a.	84
N.2.1	Generalità.....	84
N.2.2	Prescrizioni tecniche	84
N.2.3	Materiali	86
N.2.4	Modalità esecutiva	87
N.2.5	Controlli di qualità.....	91
N.2.6	Prove di carico	93
N.3	Tiranti di ancoraggio	96
N.3.1	Generalità.....	96
N.3.2	Caratteristiche dei materiali.....	96
N.3.3	Modalità esecutive.....	97
N.3.4	Prove di accettazione, controllo e collaudo	97
O)	Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato	99
O.1	Generalità	99
O.2	Unioni e giunti.....	100
O.3	Appoggi.....	100
O.4	Posa in opera.....	100
O.5	Tubazioni circolari in calcestruzzo armato su sella continua con guarnizione incorporata a tenuta garantita	101
P)	Opere a verde	102
P.1	Generalità	102
P.2	Preparazione del terreno	103
P.3	Trasporto del materiale vegetale	105
P.4	Sementi.....	106
P.5	Piante autoctone pronto effetto	106
P.6	Piantine forestali autoctone.....	107
P.7	Piantagione di arbusti.....	107
P.8	Piantagione di alberi.....	108
Q)	Aree Attrezzate	109
Q.1	Aree Giochi.....	109
Q.2	Area di Sosta	110
Q.3	Segnaletica.....	111
R)	Opere di finitura.....	111
R.1	Intonacatura.....	111
R.1.1	Generalità.....	111
R.1.2	Caratteristiche dei materiali.....	112
R.1.3	Modalità esecutive.....	112
R.1.4	Prove di accettazione e controllo.....	112

R.2	Rasatura ed impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo	113
R.3	Tinteggiatura e verniciatura	113
S)	Opere stradali	114
S.1	Fondazione stradali in misto granulare stabilizzato	114
S.1.1	Generalità	114
S.1.2	Caratteristiche dei materiali	115
S.1.3	Modalità esecutive	115
S.1.4	Prove di accettazione e controllo	116
S.2	Conglomerato bituminoso per strati di base	116
S.2.1	Generalità	116
S.2.2	Caratteristiche dei materiali	116
S.2.3	Modalità esecutive	118
S.2.4	Prove di accettazione e controllo	120
S.3	Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder)	121
S.3.1	Generalità	121
S.3.2	Caratteristiche dei materiali	121
S.3.3	Modalità esecutive	123
S.3.4	Prove di accettazione e controllo	123
S.4	Conglomerato bituminoso per strati di usura	123
S.4.1	Generalità	123
S.4.2	Caratteristiche dei materiali	123
S.4.3	Modalità esecutive	125
S.4.4	Prove di accettazione e controllo	125
S.5	Pavimentazioni in calcestre	125
S.6	Barriere stradali	126
S.6.1	Generalità	126
S.6.2	Qualità dei materiali - prove	131
S.6.3	Modalità esecutive	134
S.7	Segnaletica verticale	135
S.8	Formazione di recinzione in legno	135
S.8.1	Generalità	135
S.8.2	Modalità costruttive	136
T)	Pompe di sollevamento e accessori idraulici	136
T.1	Elettropompa sommergibile assiale per portata 2400 l/s	136
T.1.1	Generalità	136
T.1.2	Dati tecnici	136
T.1.3	Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B	137
T.1.4	Caratteristiche e materiali	137
T.2	Elettropompa sommergibile assiale per portata 1800 l/s	138
T.2.1	Generalità	138
T.2.2	Dati tecnici	138
T.2.3	Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B	139
T.2.4	Caratteristiche e materiali	139
T.3	Elettropompa sommergibile assiale di svuotamento sentina per portata 400 l/s	140
T.3.1	Generalità	140
T.3.2	Dati tecnici	140
T.3.3	Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B	141
T.3.4	Caratteristiche e materiali	141

U)	Opere elettromeccaniche: opere di sgrigliatura e paratoie.....	142
U.1	Normativa di riferimento	142
U.2	Caratteristiche dei materiali.....	142
U.3	Griglia ferma detriti ad elementi removibili.....	143
U.4	Sgrigliatore oleodinamico semovente tipo telescopico.....	143
U.5	Vie di corsa sgrigliatore.....	144
U.6	Paratoia esclusione manufatto.....	145
U.7	Paratoie di scarico vasche	145
U.8	Paratoia a settore	146
U.9	Centralina oleodinamica di azionamento paratoia a settore	146
U.10	Paratoia a clapet.....	147
V)	Misuratori di livello	147
W)	Edificio servizi	148
W.1	Murature in laterizio.....	149
W.1.1	Generalità	149
W.1.2	Materiali.....	150
W.1.3	Prove sui materiali	150
W.2	Manufatti vari	150
W.2.1	Porte	150
W.2.2	Finestre	151
W.2.3	Pozzetti di ispezione	151
W.2.4	Fossa Imhoff e condotte di scarico	151
W.3	Rivestimenti ceramici	151
W.4	Impianto idrico sanitario.....	151
X)	Impianto Elettrico	152
X.1	Dati ambientali generali.....	152
X.2	Quadri di bassa tensione.....	152
X.2.1	Normative	152
X.2.2	Caratteristiche generali carpenterie	153
X.2.3	Disposizione componenti	154
X.2.4	Montaggio componenti.....	155
X.2.5	Criteri di cablaggio.....	155
X.2.6	Morsettiere	157
X.2.7	Targhette.....	157
X.2.8	Sistemi di messa a terra	158
X.2.9	Prove e collaudi	158
X.3	Dimensionamento cavi e canalizzazioni	159
X.3.1	Cavi BT.....	159
X.3.2	Passerelle portacavi	160
X.3.3	Tubazioni metalliche	160
X.4	Conduttori.....	161
X.5	Protezione contro i contatti diretti	161
X.6	Protezione contro le correnti di sovraccarico	161

X.7	Protezione contro le correnti di cortocircuito	162
X.8	Protezione delle derivazioni	162
X.9	Caratteristiche principali apparecchiature impianto elettrico.....	163
X.9.1	Apparecchiature di media tensione	163
X.9.2	Apparecchiature di bassa tensione	165
X.9.3	Quadro elettrico di automazione e centro di controllo	167
X.9.4	Impianto di illuminazione interno	170
X.9.5	Impianto di illuminazione esterna.....	170
X.9.6	Apparecchiature elettriche	170
X.9.7	Impianto di terra	171
X.9.8	Telecontrollo a distanza	171

SPECIFICHE TECNICHE

A) Norme generali per l'esecuzione dei lavori

a) Generalità

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel disciplinare e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza di cui all'art. 31) della Legge 415/98.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

b) Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarvisi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

c) Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

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

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

d) Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, L'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori. Sono compresi nei prezzi di elenco gli

oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

B) Manutenzione alvei

B.1 Generalità

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di manutenzione straordinaria dei corsi d'acqua e comprendono, in particolare, interventi di decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

B.2 Decespugliamento di scarpate fluviali

- **Modalità esecutive**

I lavori di decespugliamento andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

B.3 Disboscamento di scarpate fluviali

- **Modalità esecutive**

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente.

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, privati dei rami, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dall'Ufficio di Direzione Lavori.

B.4 Sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali

- **Modalità esecutive**

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dall'Ufficio di Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

B.5 Taglio selettivo di vegetazione

I lavori di taglio selettivo di vegetazione dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni del Settore Vivaistico Forestale della Regione Piemonte che verranno impartite, secondo anche quanto prescritto dal Regolamento Forestale della Regione Piemonte, attualmente in vigore.

C) Movimenti terra

C.1 Scavi

- **Generalità**

Le tipologie di scavo relative all'esecuzione di opere idrauliche e di sistemazione dei versanti sono individuate nel seguito.

Scavo di sbancamento

Per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei

rilevati arginali o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Scavi per ricalibrature d'alveo

Per scavo di ricalibratura dell'alveo si intende quello da eseguirsi per risagomare la sezione trasversale del corso d'acqua secondo i disegni di progetto. Tali operazioni andranno svolte esclusivamente per quei tratti d'alveo indicati nelle tavole progettuali. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Scavi di fondazione

Si definisce scavo di fondazione lo scavo a sezione obbligata, secondo i tipi di progetto, effettuato sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture e le berme delle difese spondali in massi.

Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

● Modalità esecutive

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

All'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale effettuato con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spandimento e livellamento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata. Tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle

acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Impresa dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.

Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco gli scavi.

Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, l'Ufficio di Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

D) Demolizioni

• Generalità

Ove sia necessario, l'Impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso, sia nei particolari in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

l'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui dall'art.71 all'art.76 del D.P.R. gennaio 1956 n.164 con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza di cui all'art. 31) della Legge 415/98:

- a) il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b) l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- c) i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d) si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

• Modalità esecutive

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali.

Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica, se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dall'Ufficio di Direzione Lavori nell'ambito del cantiere.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Per quanto riguarda le demolizioni, saranno considerati calcestruzzi armati conglomerati con armatura superiore a 300 N/m^3 (30 kgf/m^3).

E) Formazione di rilevati

- **Generalità**

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

- **Caratteristiche dei materiali**

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 e' facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di $\pm 1\%$; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra $\pm 2\%$ dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di $\pm 1\%$.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

- **Modalità esecutive**

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo allo scoticamento del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Lo strato di separazione e filtrazione fra terreno di fondazione e materiale di riporto per rilevati deve essere geotessile tipo non tessuto a trama e ordito in polipropilene stabilizzato ai raggi UV, costituito da bandelle di larghezza costante regolarmente intrecciate fra loro con portata peso minimo 500 g/mq , resistenza a trazione 120 kN/m , allungamento a rottura del 13%, idraulica minima di 14 l/mq/sec , testate, con norme UNI: porometria O90 di 200 micron.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni

esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

- **Prove di accettazione e controllo**

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al Capitolato.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

F) Opere di protezione spondale

F.1 Opere di protezione spondale in massi naturali o artificiali

- **Generalità**

Le opere di protezione realizzate in massi a sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda o da una muratura. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. I rivestimenti dovranno essere realizzati in selciato di massi di pietra scistosa sbazzati di grosse dimensioni e con pietrame a secco di cava delle Prealpi di pezzatura idonea, posti in opera con mezzi meccanici a formazione di scogliere e rivestimenti di scarpata. Le opere dovranno essere sistemate faccia a vista, intasata con terreno vegetale e opportunamente seminata previa preparazione del terreno.

• **Caratteristiche dei materiali**

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- massa volumica: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m³)
- resistenza alla compressione: $\geq 80 \text{ Mpa}$ (800 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: $\leq 1,5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

I massi artificiali, delle dimensioni definite in progetto, saranno costituiti da prismi cubici o parallelepipedi, realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ (300 kgf/cm²), dovranno rispondere ai requisiti di cui alle norme UNI 9858 e UNI 8981, tenendo conto in particolar modo delle prescrizioni per la durabilità riferite alle classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali. Le casseforme per il confezionamento dei massi devono essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo e devono avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte. Le pareti interne delle casseforme dovranno essere preventivamente trattate con opportuni preparati (disarmanti), al fine di evitare distacchi al momento del disarmo. L'Impresa dovrà predisporre casseforme in numero sufficiente per corrispondere adeguatamente alle esigenze di produzione e stagionatura dei massi.

I prismi andranno realizzati su terreno perfettamente spianato e battuto e saranno costruiti in file regolari, rettilinee e parallele fra loro, in modo da costituire una scacchiera, così da renderne facile la numerazione.

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni; il calcestruzzo dovrà essere versato nelle casseforme in strati non superiori a 20 cm di altezza ed ogni strato verrà accuratamente compresso con appositi pestelli ed opportunamente vibrato.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme per tutto il tempo necessario ad un conveniente indurimento del calcestruzzo; lo smontaggio delle casseforme non potrà comunque avvenire prima che siano trascorse 12 ore dall'ultimazione del getto. La movimentazione e la messa in opera dei prismi non potrà avvenire prima che siano trascorsi 28 giorni dalla data della loro costruzione e che siano state eseguite le prove di accettazione descritte nel seguito e le operazioni di contabilizzazione.

• **Modalità esecutive**

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0,50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

● **Prove di accettazione e controllo**

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dall'Ufficio di Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni duemila metri cubi di materiale lapideo da utilizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

L'Impresa dovrà inoltre attestare, mediante idonei certificati a data non anteriore ad un anno, le caratteristiche del materiale. Tali certificati potranno altresì valere come attestazioni temporanee sostitutive nelle more dell'esecuzione delle prove di durata sui campioni prelevati.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte dall'Ufficio di Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno dieci massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la quantità sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09 gennaio 1996.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A".

I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati all'Ufficio di Direzione Lavori prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

F.2 Materassi metallici

• Generalità

I materassi metallici "tipo Reno" dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le "Linee Guida" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP. il 12/05/06, tessuta con trafilato di ferro conforme alla norma UNI 10244, avente carico di rottura compreso fra 38 e 50 kg/mm² e allungamento minimo pari al 12%, avente un diametro 2,20 mm, in lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla ASTM 856 con un quantitativo maggiore a 215 g/m². Tale rivestimento dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa DIN 50010 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,4 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm.

• Caratteristiche dei materiali

La rete metallica costituente il manufatto sarà del tipo 6x8 e dovrà rispettare, le minime seguenti caratteristiche fisico-meccaniche, ricavate con modalità di prova conformi alla normativa ASTM A-975-97:

- diametro del filo interno	mm	2.2
- diametro del filo esterno	mm	3.0
- resistenza longitudinale alla torsione	kN/m	35
- resistenza perpendicolare alla torsione	kN/m	15

- resistenza in corrispondenza della stringitura	kN/m	17
- resistenza al punzonamento	kN	14

- **Modalità esecutive**

Gli scatolari metallici verranno assemblati utilizzando nelle cuciture e per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno costituiti da acciaio rivestito con lega Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq.

- **Prove di accettazione e controllo**

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo.

F.3 Gabbioni plastificati

- **Generalità**

I gabbioni plastificati devono essere in rete metallica a doppia torsione marcati CE con maglia esagonale tipo 8 x 10 in accordo con le "Linee Guida" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP. il 12/05/06, in accordo con il Regolamento 305/2011 (ex Direttiva Europea 89/106/CEE), con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" (n.69/2013) e con la UNI EN 10223-3:2013.

- **Caratteristiche dei materiali**

La rete metallica a doppia torsione dovrà essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 tessuta con filo in acciaio trafilato avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), con un quantitativo non inferiore a 245 g/m² (classe A secondo la UNI EN 10244-2). Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.70 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 4000 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%.

La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere non inferiore a 50 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013).

La rete una volta sottoposta al 50% del carico massimo a rottura nominale per trazione 25 kN/m, non dovrà presentare rotture del rivestimento plastico del filo all'interno delle torsioni.

Capacità di carico medio a punzonamento della rete dovrà essere non inferiore a 67 kN (test eseguiti in accordo alla UNI 11437).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in SO₂ (0,2 dm³ SO₂ per 2 dm³ acqua) tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227).

- **Modalità esecutive**

Gli elementi saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/ m² (classe A secondo la UNI EN 10244-2).; l'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno galvanizzati con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari 1700 MPa.

- **Prove di accettazione e controllo**

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari, si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del pietrame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo, di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete.

F.4 Geostuoie rinforzate

- **Generalità**

Geostuoia rinforzata con rete metallica a doppia torsione tipo Maccaferri MACMAT HS 30 8127 G0.

Fornitura e posa in opera di geocomposito costituito da una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale rinforzata con funi in acciaio, realizzata in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP. (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013, e da una geostuoia tridimensionale polimerica, compenstrate e rese solidali durante il processo di produzione.

- **Caratteristiche dei materiali**

La geostuoia costituita da due strutture, realizzate in filamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto e stabilizzati per resistere ai raggi UV, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare >90% mentre quella inferiore sarà a maglia piatta.

La rete metallica a doppia torsione rinforzata deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm,

portando il diametro esterno al valore nominale non inferiore a 0,50 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 4000 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%.

- **Modalità esecutive**

Le funi di rinforzo inserite della rete doppia torsione in fase di produzione saranno in acciaio diametro 6mm - 6x7 WC – WSC, grado 1770 (secondo UNI EN 12385-4 2008), classe A zinco-alluminio (Zn-Al5%) in conformità alla norma EN 10244-2 e rivestite in materiale polimerico portando il diametro esterno a 8mm.

La resistenza a trazione media della rete dovrà essere non inferiore a 118 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013). Capacità di carico medio a punzonamento della rete dovrà essere non inferiore a 127 kN (test eseguiti in accordo alla UNI 11437).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in SO₂ (0,2 dm³ SO₂ per 2 dm³ acqua) tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227).

- **Prove di accettazione e controllo**

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione, polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 10 milioni di Euro (validità decennale come da DPR 224/1988 art. 14) con sottolimito di 2.6 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

Risultano compresi nel prezzo gli sfridi, le sovrapposizioni, gli accessori ed i mezzi d'opera anche a perdere (quali picchetti o altro materiale) necessari per una esecuzione del manufatto a regola d'arte. Risulta invece esclusa la saturazione della geostuoia con terreno vegetale e l'idrosemina.

F.5 Terre rinforzate

- **Generalità**

Fornitura e posa di una struttura di sostegno in terra rinforzata rinverdibile marcata CE in accordo con la ETA 13/0295 per gli specifici impieghi come "sistemi in rete metallica per il rinforzo del terreno per opere di sostegno". La struttura deve essere costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione, realizzati in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP., (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013.

- **Caratteristiche dei materiali**

Struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento frontale inclinato rispetto all'orizzontale di $60 \div 70^\circ$, realizzata mediante la sovrapposizione di strati di geocomposito avente la funzione di armatura e di strati di terreno appartenente ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5. Il geocomposito sarà costituito da tessuto multifilamento in poliestere e da geotessile nontessuto in polipropilene 100% a filamenti continui spunbonded, ad alta resistenza e tenacità, agugliato meccanicamente ed avrà le seguenti caratteristiche: massa areica (EN 965) 280 g/mq, resistenza a trazione trasversale 12 kN/m e longitudinale $35 \div 230$ kN/m secondo la norma ISO 10319, allungamento a rottura longitudinale 10%, permeabilità all'acqua normale al piano (EN ISO 11058) 70 l/m²/s, permeabilità all'acqua nel piano (a 20 kPa) (EN ISO 12958) 20×10^{-7} mq/s, per durata dell'opera di 100 anni un creep limitato e compreso tra 5 e 8%, imputrescibilità e stabilità ai raggi. La parete frontale del manufatto sarà ottenuta mediante la posa di un cassero a perdere di guida e di appoggio in rete elettrosaldata, con diametro del filo pari a 8 mm, piegata con angolo di $60 \div 70^\circ$, adeguatamente tirantata e picchettata. La parte più esterna del manufatto verrà riempita con terreno vegetale atto a favorire l'attecchimento e lo sviluppo di uno strato erboso vegetativo. Il contenimento del terreno all'interno del cassero metallico sarà assicurato da un telo di geocomposito in fibra di vetro attorcigliato ad alto modulo, non infiammabile con maglia di dimensioni 5 x 5 mm avente le seguenti caratteristiche: massa areica (EN 965) 110 g/ mq, resistenza a trazione (DIN ISO 4606) longitudinale e trasversale 30 kN/m, allungamento a rottura (SN 198461) 3,1%, spessore pari a 0,61 mm, imputrescibilità e stabilità ai raggi UV. Nella formazione del terrapieno è compresa la sistemazione in opera delle terre fra i teli di armatura in spessori non superiori a 60 cm.

- **Modalità esecutive**

Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo galvanizzate con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), (con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq) e plasticate, aventi diametro pari a 2.70/3.70 mm e inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, in corrispondenza dello spigolo superiore ed inferiore del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con diametro non inferiore a 8 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati galvanizzati con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 MPa.

A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 25-30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.

- **Prove di accettazione e controllo**

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

La ditta produttrice dovrà esibire polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 10 milioni di Euro (validità decennale come da DPR 224/1988 art. 14) con sottolimito di 2.6 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale; la non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

G) Opere in conglomerato cementizio

G.1 Generalità

Il presente capitolo tratta le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato sia per lavori all'aperto che interrati in conformità ai disegni di progetto ed alle Norme vigenti. In particolare l'Impresa dovrà, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, attenersi alle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.01.2008. La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione della Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

G.2 Normativa riferimento

- L. 5.11.71 n.1086, DM 09.01.1996, DM 14.01.2008, DM 11.3.88, UNI EN 1992-1-2:2005 Procedimento analitico resistenza al fuoco elementi in conglomerato cementizio, Calcestruzzo: UNI EN 206-1 - Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità, UNI 11417-1-2:2012 - durabilità delle opere in calcestruzzo.
- Cemento: UNI EN 197-1 - Cemento - Composizione, specifiche e criteri conformità, L. 26.5.65 n.595, DM 3.6.68.
- Aggregati: UNI EN 12620.
- Acqua: UNI EN 1008.
- Additivi: UNI EN 934-2.

G.3 Materiali

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati, univocamente a cura del produttore,
- qualificati sotto la responsabilità del produttore,
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione;

come prescritto nel DM 14-01-08 cap. 11.

G.3.1 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi soltanto il cemento pozzolanico ed il cemento altoforno; quest'ultimo dovrà contenere non meno del 40% di loppa d'altoforno e la cementeria dovrà garantire tale composizione specificandone il metodo di misura. L'impiego del cemento portland potrà essere ammesso, limitatamente alla confezione dei conglomerati dei tipi II e III, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella della classe indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco. L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ICETE CNR e dal relativo marchio. A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/05/1965 n° 595, DM 14/01/2008 e D.M. 3/06/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi. Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso. È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato. È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presente Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio. La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni. Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

G.3.1.1 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520-2, aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima. Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15/A).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15/A e comunque almeno una volta all'anno. Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva. Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520-22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Tabella 15/A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	METODO DI PROVA	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1-2	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI EN 1362-2	perdita di massa dopo 5 cicli 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1	SO ₃ 0,05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8-9	ES 80 VB 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati -metodo del prisma di malta	UNI 8520-22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN1744-1	Cl 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3-4	Cf 0,15 (Dmax= 32 mm) Cf 0,12 (Dmax= 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m ³ 8000 di aggregati impiegati		

Nella tabella soprastante sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 933-3, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati. La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.). La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m³ 1000 di aggregati impiegati. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa. La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

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

Gli inerti saranno classificabili in base alla tabella seguente.

DIAMETRO mm	NATURALI	DA FRANTUMAZIONE
0,08-5,0	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5-10	Ghiaino	Graniglia
10-25	Ghiaietto	Pietrischetto
25-76	Ghiaia	Pietrisco
>76	Ghiaione	Pietrame

Gli inerti devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 12620. Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo a una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flange, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti. In ogni caso per i calcestruzzi di tutte le classi previste l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima dell'inizio dei getti, quanto segue: a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando la qualità, il tipo e la provenienza dei medesimi, e dimostrando che i materiali proposti sono ottenibili in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile; b) lo studio granulometrico dei vari componenti per ogni tipo di calcestruzzo, comprendendo le prove a compressione su cubetti, le resistenze dei quali dovranno risultare determinate sia

a 7 giorni di stagionatura, che 28 giorni. Il numero delle prove preliminari non sarà inferiore a 30 per ciascuna delle classi superiori a Rck 150.

Dovrà inoltre essere dimostrato che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni di impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la D.L. potrà prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prove di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti impianto di betonaggio.

Le prove di resistenza a compressione ed eventuali altre prove che fossero richieste dalla D.L. per i calcestruzzi dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dalle NTC 2008, su campioni prelevati in numero non inferiore ad uno ogni 100 m³ di getto. Fermo restando quanto prescritto sul significato della resistenza caratteristica del calcestruzzo, per i vari tipi di calcestruzzo di cui all'elenco si dovranno in ogni caso rispettare i seguenti dosaggi minimi di cemento:

CLASSE	DOSAGGIO	TIPO
R150	200	325
R200	230	325
R250	270	325
R300	300	325
R400	350	425

I volumi, sia parziali che totali, del miscuglio degli inerti, così come le loro caratteristiche, potranno essere variati, in base ai risultati delle prove granulometriche, alla qualità di materiali, alla destinazione dei getti, a giudizio della D.L., senza che ciò dia diritto all'Appaltatore a compensi od a prezzi diversi da quelli contrattuali. Particolare cura sarà dedicata in corso di lavorazione al controllo della quantità di acqua di impasto con la prova del cono; in caso di eccesso di acqua rispetto alle quantità stabilite dai provini o in difetto alle quantità massime consentite come in appresso, l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese ad aumentare in corrispondenza il dosaggio del cemento per ristabilire il rapporto acqua-cemento, ove ciò, a parere della D.L., non costituisca pregiudizio per l'opera. L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo. L'eventuale uso di additivi, di qualsiasi genere, sarà soggetto all'approvazione della Direzione Lavori. La D.L. potrà ordinare prove particolari per verificare la resistenza del calcestruzzo all'azione dell'acqua aggressiva. Tali prove restano a totale carico dell'Appaltatore. Il calcestruzzo così confezionato verrà pagato con il prezzo di elenco corrispondente alla classe di appartenenza, intendendosi che ogni onere per l'impiego di cemento speciale e per l'aggiunta di additivi è compensato dal prezzo stesso. Si precisa che l'autorizzazione a dare inizio ai getti o la mancanza di eccezioni da parte della Direzione Lavori non diminuisce in alcun modo le responsabilità contrattuali dello Appaltatore circa la riuscita dei getti sino all'accettazione definitiva e ferme restando, in ogni caso, le responsabilità dell'Appaltatore stesso, ai sensi e per gli effetti degli artt.1667 e 1669 del Codice Civile.

G.3.2 Acqua di impasto

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore

a 1 g/l. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 11417 per il contenuto totale di tale ione. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (si faccia riferimento alla condizione "satura e superficie asciutta" della Norma UNI EN 933-1).

G.3.2.1 Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, verrà fatto uso di adatti additivi. L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi. Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere: fluidificanti, acceleranti di presa; ritardanti di presa; superfluidificanti/impermeabilizzanti. Gli additivi dovranno essere usati dietro esplicita disposizione della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Gli additivi dovranno essere conformi alle specifiche UNI o ad altre specifiche applicabili. Il produttore di additivi deve esibire:

- risultati provenienti da una ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà inoltre garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti. Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere. Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo. Sono esclusi gli additivi contenenti cloruri.

G.3.2.2 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (v. tabella 15/C tipi I e II) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante -aerante, fluidificante -ritardante e fluidificante accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore. Per i conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%). In alternativa all'uso di additivi è ammesso l'uso di cementi atti a fornire conglomerati cementizi fluidi o superfluidi a basso rapporto acqua-cemento senza additivazione. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

G.3.2.3 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15/B, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7. L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella successivamente riportata. Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Tabella 15/B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

D MAX AGGREGATI (mm)	% ARIA OCCLUSA (*)
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza 1%

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile. In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050. L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito

un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

G.3.2.4 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche. Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si farà impiego di ritardanti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si farà impiego di additivi acceleranti di

presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

G.3.2.5 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

G.3.2.6 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ed elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti. La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di

provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

G.3.2.7 Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo, destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s e dell'ordine di 10^{-12} cm/s a tempo infinito;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di
- porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durevolezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI EN 206-1). Il rapporto a/c deve essere $0,42 \div 0,44$ in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10-12 cm/s; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale). In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20 °C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%. Sempre a riguardo dell'impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

G.3.2.8 Additivi per calcestruzzi di massa

Allo scopo di minimizzare lo sviluppo di calore nei getti cosiddetti ciclopici si impiegheranno cementi a basso tenore di calce ed in minimo dosaggio, compatibilmente con i requisiti di resistenza dei calcestruzzi induriti e del calcestruzzo fresco. A tal fine si utilizzeranno di volta in volta additivi ritardanti e fluidificanti descritti nei punti precedenti.

G.3.3 Malte e betoncini a stabilità volumetrica

Per gli inghisaggi di precisione di macchinari soggetti a severe sollecitazioni di fatica e/o ad ampi cicli di temperatura ed umidità, motori, alternatori, generatori, compressori e similari, per ancoraggio al calcestruzzo e sigillatura di strutture metalliche, di colonne, piastre d'appoggio di ponti, rotaie di gru, perni e zanche, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di temperatura di impiego. Tale malta impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola o scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e, rispettivamente al 140% (consistenza fluida), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm^2):

Consistenza	24 ore a 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	650
Fluida	250	750

- assenza di bleeding (UNI 7122);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego. Il produttore di malte a stabilità espansiva dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

G.3.4 Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica

Per ancoraggio e sigillatura tubazioni ed inerti in strutture di calcestruzzo, per la realizzazione di collegamenti strutturali tra parti di strutture prefabbricate in calcestruzzo, verrà impiegata malta esente di ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di impiego. Per gli impieghi di cui al punto precedente, nei casi in cui lo spessore della applicazione risulti elevato (da 5 a 20 cm) e quando l'entità dei getti sia tale da richiedere il controllo del calore di idratazione, verrà impiegato betoncino esente da ritiro di idonee caratteristiche. Per gli impieghi suddetti, ma in presenza di acque aggressive od acqua di mare, si farà uso di prodotti specifici. Le malte in questione, impastate col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% consistenza plastica) e al 140% (consistenza fluida), dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm^2):

Consistenza	a 1 giorno 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	850
Fluida	250	750

- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

I prodotti dovranno essere impiegati secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego. Il produttore di malte

G.3.5 Intonaci impermeabilizzanti speciali

Per la realizzazione di intonaci impermeabilizzanti di serbatoi, gallerie, canali, anche ove siano richieste caratteristiche antiusura ed applicazione mediante giunte ed anche in presenza di acque aggressive od acqua di mare si farà uso di malta con idonee caratteristiche. La malta in questione, impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o metodo DIN 1048 pari al 90% (consistenza plastica), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione di 350 kg/cm² a 1 giorno e 850 kg/cm² a 28 giorni (maturazione a 20°C);
- assenza di bleeding (UNI 7122);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego.

Il produttore di malte impermeabilizzanti dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

G.3.6 Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giuntate e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in PVC o in gomma o in lamierino, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti. Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni: le giunzioni sono realizzate mediante incollaggio, vulcanizzazione o sigillatura a caldo. L'esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte, pulite e lisce.

G.4 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto e dell'Elenco di Prezzi Unitari vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio: -i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi, e sono esemplificati i relativi campi di impiego; -le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Tabella 15/C - Tipi di impiego e classi dei calcestruzzi

TIPO DI CLS	IMPIEGO DEI CALCESTRUZZI	CEMENTI AMMESSI	MASSIMO RAPPORT O A/C AMMESSO	CONSIST ENZA UNI 12350-2 Abbassa m. al cono	ACQUA ESSUDAT A UNI 7122	CLASS I Rck **
I	<ul style="list-style-type: none"> - Impalcati in c.a. e c.a.p. pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a m 8,00, New Jersey - barriere e parapetti in cemento armato 	Pozzolanic o ^o altoforno	0,45	> = cm 16 *	< = 0,1%	≥ 40 MPa
II	<ul style="list-style-type: none"> - Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a m 8,00 - Tombini scatolari - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.) - Calcestruzzi per cunette, cordoli, pavimentazioni - Rivestimenti di gallerie 	Pozzolanic o ^o altoforno	0,50	> = cm 16	<0,1%	≥ 30 MPa
III	<ul style="list-style-type: none"> - Muri di sottoscarpa e controripa in calcestruzzo anche se debolmente armato (fino ad un max di kg 30 di acciaio per metro cubo) - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.) - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti - Prismi per difese spondali 	Pozzolanic o ^o altoforno	0,55	> = cm 16	< 0,2%	≥ 25 MPa

I cementi ad alta resistenza chimica si intendono secondo la UNI 9156

(*) Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

(**) Salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

G.4.1 Tipi particolari di conglomerato cementizio

a) Betoncino Proiettato a pressione (spritz-beton)

Tali tipi di calcestruzzo sono impiegati sia nei prerivestimenti di gallerie che come rivestimenti a protezione di pendii. Le modalità di confezione devono essere proposte dall'Appaltatore all'approvazione preventiva della D.L. In generale la miscela sarà composta da inerti, di granulometria appositamente studiata, dosati a peso e miscelati asciutti con mezzi meccanici unicamente al cemento, nelle seguenti proporzioni:

- inerti a granulometria mm 0-2 20%
- inerti a granulometria mm 2-4 35%
- inerti a granulometria mm 4-12 (15) 45%
- cemento: 500 kg/m³
- rapporto acqua-cemento da 0,40 a 0,50
- additivo accelerante (eventuale e previa approvazione della D.L.) 4% del peso del cemento.

Le percentuali degli inerti possono essere variate, entro limiti ristretti, con il benestare della D.L., a seconda dei tipi di macchine spruzzatrici adoperate.

Si precisa che in nessun caso gli inerti devono contenere acqua in quantità superiore al 4% in peso e pertanto l'Appaltatore deve predisporre opportuni dispositivi di essiccamento. La miscela asciutta deve essere utilizzata dopo non più di novanta minuti dall'aggiunta del cemento.

L'additivo accelerante, approvato dalla Direzione Lavori, va aggiunto, in misura da stabilirsi in base a prove, all'atto dell'introduzione della miscela nella macchina spruzzatrice.

Rispetto allo spessore teorico ordinato si tollera una riduzione non superiore ad 1/5 esclusivamente in corrispondenza ai punti di parete maggiormente sporgenti. La collocazione dello spritz-beton dovrà eseguirsi con metodi appropriati (a umido o a secco) tenendo in conto le condizioni di salubrità e previa approvazione della D.L.. Nessun compenso addizionale sarà dovuto in conseguenza dell'adozione dell'uno o dell'altro metodo.

b) Malta cementizia tipo EMACO

Malta cementizia premiscelata espansiva per ancoraggi di precisione di spessori centimetrici mediante colaggio.

Caratteristiche:

- elevatissima fluidità e capacità di scorrimento
- rispondenza ai requisiti previsti dalla normativa italiana
- elevate prestazioni meccaniche sia a breve che a lunga stagionatura
- elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio, impermeabilità all'acqua, elevata resistenza ai fenomeni di fatica, ai cicli termici, alle elevate temperature ed elevata resistenza all'attacco degli oli lubrificanti: tutte fondamentali caratteristiche di durabilità del materiale.

Prima dell'esecuzione del getto di malta cementizia tipo Emaco prevedere la scalpellatura e la pulizia della superficie del calcestruzzo per la rimozione del primo strato di calcestruzzo. Dovrà essere interposto tra la superficie asciutta e il getto fresco un adesivo epossidico per ripresa di getto (tipo EPORIP o similare)

c) Fibrorinforzati

Se necessario, il calcestruzzo potrà essere rinforzato con fibre in polipropilene vergine, tagliate, fibrillate, non apprettate, tipo Fibermesh, in grado di bloccare le incrinazioni da ritiro, di ridurre la permeabilità del calcestruzzo e di aumentarne la resistenza a rottura.

Le fibre dovranno assicurare un'ottima aderenza con la matrice cementizia e dovranno essere in grado di sopportare lunghi tempi di mescolazione senza appallottolamento, in quanto andranno aggiunte direttamente nella betoniera.

Il fornitore del materiale dovrà produrre apposita documentazione tecnica che evidenzia come nel calcestruzzo fresco ed in quello indurito le fibre siano in grado di apportare le seguenti migliorie:

- ritenzione d'acqua per una migliore maturazione del calcestruzzo nelle prime ore di vita;
- riduzione dei ritiri (metodo FBC – Norvegia);
- aumentata resistenza all'abrasione (metodo CRD-C-52-54 USA/metodo VEISLITER "M" Norvegia);
- ridotta permeabilità del calcestruzzo (metodo VON-TEST);
- aumentata resistenza all'urto (metodo ASTM – AC1544 "DROP-HAMMER").

G.5 Classi di esposizione

Le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale), tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edita dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Le norme UNI EN 206-1 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104 (per l'applicazione in Italia della EN 206) prevedono quanto segue:

Assenza di rischio di corrosione dell'armatura - X0; minima classe di resistenza: C12/15

Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:

XC1 - asciutto o permanentemente bagnato: $a/c_{max} = 0,60$ (0,65); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (260); minima classe di resistenza: C25/30 (C20/25)

XC2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{max} = 0,60$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (280); minima classe di resistenza: C25/30

XC3 - umidità moderata: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320 (280); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)

XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)

Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:

XD1 - umidità moderata: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)

XD2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C32/40)

XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45

Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:

XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare: $a/c_{max} = 0,45$ (0,50); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)

XS2 - permanentemente sommerso: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45

XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C35/45

Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:

XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)

XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C25/30

XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C25/30(C30/37)

XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)

Attacco chimico da parte di acque del terreno e acque fluenti (p.to 4.1 prospetto 2 UNI EN 206-1):

XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)

XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)

XA3 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

I valori riportati in parentesi sono riferiti alla EN 206 la cui versione italiana è la UNI EN 206.

Le classi di resistenza minime (N/mm^2) sono espresse con due valori, riferiti il primo a provini cilindrici di diametro 150 mm ed altezza 300 mm (f_{ck}) e il secondo a provini cubici di spigolo pari a 150 mm (R_{ck}).

G.6 Classi di consistenza del calcestruzzo

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104, la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classe di consistenza del calcestruzzo.

Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm

S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm

S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm

S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm

S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.

Classi di consistenza mediante misura della compattabilità:

C0 - indice di compattabilità: $\geq 1,46$

C1 - indice di compattabilità: da 1,45 a 1,26

C2 - indice di compattabilità: da 1,25 a 1,11

C3 - indice di compattabilità: da 1,10 a 1,04

C4 (solo per calcestruzzi leggeri) - indice di compattabilità: $< 1,04$

Classi di consistenza mediante la misura dello spandimento

F1 - diametro spandimento: ≤ 340 mm

F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm

F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm

F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm

F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm

F6 - diametro spandimento: ≥ 630 mm

G.7 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza delle NTC 2008.

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 11417);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- resistenza trazione indiretta;
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

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

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15/C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova

saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificate in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

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

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

G.8 Controlli in corso d'opera

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo della qualità da eseguire nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza, prima dell'inizio della costruzione
- Controllo di produzione durante la produzione stessa
- Controllo di accettazione durante l'esecuzione dell'opera con prelievo contestuale al getto

Il prelievo dei campioni deve avvenire secondo quanto indicato nel DM 14/01/2008 par. 11.2.4.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito obbligatoriamente dal DL, mediante il controllo di tipo A e di tipo B.

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

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

L'Appaltatore dà avviso con almeno tre giorni di anticipo alla D.L. circa il programma dei getti e provvede a propria cura e spese a tenere costantemente in cantiere cubettiere a norma per il prelievo dei campioni di calcestruzzo.

Dopo il prelievo i campioni andranno conservati al riparo dal sole.

I provini saranno nella quantità scelta dalla D.L., comunque non inferiori a due provini per ciascuna giornata di getti e per ciascuna tipologia di calcestruzzo.

Per eventuali prove che la Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Appaltatore è tenuto a fornire tutta l'assistenza del caso.

L'Appaltatore comunica inoltre alla D.L. all'inizio dei lavori il nominativo del Laboratorio certificato a cui conferirà i provini di calcestruzzo e si fa carico di fornire alla D.L. i certificati di prova in originale entro 60 giorni da ciascun prelievo.

G.9 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità ai paragrafi 11.2.4-11.2.5 (Controlli di tipo A e B) delle NTC08.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, 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 ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI EN 12390-2).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI EN 12390-3, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} -, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per metro cubo), sarà sottoposto a prova presso laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso in cui la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso in cui tale verifica dia esito positivo il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera

oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

G.10 Durabilità dei conglomerati cementizi

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

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

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 11417 e UNI EN 206-1.

La Direzione Lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione dell'istruzione di cui alla Norma UNI 11417) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati cementi a moderata, alta ed altissima resistenza chimica, rispondenti alle prescrizioni della Norma UNI 9156.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - prima dei cicli = 10^{-9} cm/s
 - dopo i cicli = 10^{-8} cm/s.

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI CEN/TS 12390-9.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI CEN/TS 12390-11 o rispettivamente ex 8019.

G.11 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche 2008 nonché delle Leggi e Norme vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1.

G.11.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del prospetto della Norma UNI EN 206-1; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo articolo relativo alle prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

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

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25% del tempo di mescolamento.

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta

(minore slump), e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso in cui prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K (0°C), salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60 s dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³. Per betoniere superiori si prolungherà il tempo di mescolamento di 15 s per ogni mezzo metro cubo addizionale. La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera. L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

G.11.2 Trasporto

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

I veicoli per il trasporto del calcestruzzo devono essere provvisti di dispositivo di agitazione. La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico con la prova indicata al seguente articolo relativo alle prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

In particolare il calcestruzzo deve venire scaricato dalla betoniera in modo che esso cada verticalmente e da limitata altezza del mezzo od impianto di trasporto; il principio della caduta verticale da limitata altezza deve venire osservato, in tutte le fasi del trasporto e della posa del calcestruzzo.

Gli impianti ed i procedimenti adottati dovranno far sì che il calcestruzzo, dopo l'adeguato tempo di mescolamento nelle impastatrici meccaniche, che sarà fissato dalla D.L., sia trasportato e posto in opera senza alcuna sosta non essendo stato consentito l'impiego di impasti che abbiano comunque stazionato dal momento della loro confezione.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non deve causare una diminuzione di lavorabilità, misurata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test), superiore a 5 cm.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici a giudizio della Direzione Lavori.

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

G.11.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

L'Appaltatore dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a manodopera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde. L'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'Appaltatore.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori: si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e la fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

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

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

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

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensati nei prezzi di elenco.

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

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad 1,5 m; se necessario si farà uso di tubo getto o si getterà mediante pompaggio.

In quest'ultimo caso l'impianto di pompaggio deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli aggregati. La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.

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

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

Qualora si verificano interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con la Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci.

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. In particolare è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che per necessità strutturali

debbono garantire un comportamento perfettamente monolitico siano prive di riprese. Potrà essere richiesto che il getto dei basamenti di macchine rotanti od alternative, sia eseguito senza soluzioni di continuità, in modo da evitare le riprese di getto, senza che per tale fatto alcun onere addizionale venga richiesto da parte dell'Appaltatore. Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1 o 2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

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

L'Appaltatore dovrà provvedere che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a manodopera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde. L'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'Appaltatore.

Appena gettato, il calcestruzzo verrà vibrato fino a completo rammollimento, espulsione di aria ed eliminazione di vuoti. I vibratori, del tipo di alta frequenza, dovranno avere diametro, lunghezza e potenza sufficienti a raggiungere il risultato della più completa costipazione in tempo inferiore ad un minuto su un'area intorno al vibratore non inferiore a tre quarti di metro quadrato.

La vibratura dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo. In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti. In ogni caso la vibratura dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti. L'Appaltatore è tenuto a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri minuto per tipi da applicare alla casseforme).

In particolare anche i getti in pareti sottili (spessore rustico minore o uguale a 15 cm) dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'Appaltatore, a richieste di maggiori remunerazioni o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'Appaltatore dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibratura dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo, non deve superare 2 ore alla temperatura ambiente $T_a = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, oppure il tempo equivalente ($t'e$) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

FORMULA	ta (°C)	t'e (ore)
	5	4h 00'
	10	3h 00'
	15	2h 24'
$t'e = 2 \text{ h } (30^\circ / (Ta + 10^\circ\text{C}))$	20	2h 00'
	25	1h 42'
	30	1h 30'
	35	1h 20'

Nel caso in cui in un getto per il cemento monolitico l'interruzione superi il tempo suddetto l'Appaltatore sarà tenuto a stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia-cemento) dello spessore di cm 1-2, con un dosaggio di cemento di almeno kg 600 per metro cubo e senza alcun compenso.

Nel caso in cui l'interruzione superi le 8 ore alla temperatura ambiente di $Ta = 20^\circ\text{C}$ o il tempo equivalente (t'e) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

FORMULA	ta (°C)	t'e (ore)
	5	16h 00'
	15	12h 30'
$t'e = 8 \text{ h } (30^\circ / (Ta + 10^\circ\text{C}))$	20	9h 35'
	25	8h 00'
	30	6h 15'
	35	5h 00'

si deve lavare la superficie di ripresa con acqua ad altissima pressione (water blaster) e sabbia in pressione, in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere alla stesa della malta di collegamento.

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

A completamente di quanto sopra, valgono le regole e le prescrizioni seguenti:

- ultimato uno strato di getto dovrà essere proibito, almeno per sei ore, il passaggio di personale sul calcestruzzo;

- durante i periodi di basse temperature i getti dovranno essere protetti mediante coperture opportunamente sollevate dalla superficie di getto. In tali condizioni le temperature sopra e sotto la copertura, specie di notte, dovranno essere accuratamente seguite e controllate con appositi termometri. I getti potranno avere inizio al mattino, solo con temperature superiori a 2°C e con tendenza all'innalzamento della temperatura; cesseranno alla sera qualora la temperatura scendesse sotto i 4°C;
- il disarmo non potrà avvenire prima che siano trascorse 48 ore dall'ultimazione del getto;
- qualora nei getti, subito dopo l'inizio della presa, si verificassero anche piccole lesioni o incrinature, la D.L. potrà ordinare la demolizione dei getti anche se le prove ed i controlli a suo tempo eseguiti sul cemento o sugli inerti avessero dato risultati favorevoli;
- costituendo le riprese di getto il punto più delicato delle strutture, è necessario che il programma di lavoro venga studiato e realizzato dall'Appaltatore in modo tale da eseguire ogni singolo elemento con continuità salvo le sospensioni notturne e festive;
- sospensioni di getti nell'esecuzione di un elemento, superiori a 48 ore, per negligenza o imprevidenza dell'Appaltatore, compresi guasti agli impianti od esaurimento di scorte di inerti o di cemento, interruzioni o irregolarità di approvvigionamento, comporteranno a carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori intenderà prendere per sanare il difetto verificatosi;
- per gli oneri di cui ai precedenti capoversi e relativi alle riprese di getto, nessun compenso è dovuto all'Appaltatore;
- il calcestruzzo gettato sarà opportunamente spianato con mezzi idonei che ne impediscono la proiezione così da evitare la separazione dei componenti.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onore di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 K e a norma UNI 1401-1:2009 K.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda

È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore minore di 20 cm, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento preventivo degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, qualora la temperatura della stessa sia superiore ai 40°C.

L'acqua di impasto potrà essere riscaldata sino a 60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo.

Nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli aggregati, questi non devono superare i 40 °C sia per l'acqua sia per gli aggregati.

Quando la temperatura dell'acqua superi i 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua + inerti sarà scesa al di sotto di 40°C.

Si eviterà inoltre che gli inerti abbiano temperatura inferiore agli 0° C e si farà in modo che l'impasto in uscita abbia una temperatura compresa tra 10 e 15°C. A questo scopo le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.

Durante la stagione fredda, il tempo per lo scasseramento delle strutture deve essere protratto, per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 0,20 Rck e comunque superiore a 50 kg/cm²). Fino al momento del disarmo, si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei +5°C.

Si potranno proteggere i getti, quando la temperatura dopo il getto scende al di sotto di - 5 °C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata. In questo caso sarà riconosciuto un prezzo di addizionale al calcestruzzo gettato.

In ogni caso è vietata l'esecuzione di getti all'aperto quando la temperatura ambiente sia inferiore a -5 °C.

Il costo relativo al riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30°C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento). Qualora la temperatura dell'impasto non possa venire mantenuta al di sotto di 30°C, i getti debbono essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante - ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura. Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento in luogo della bagnatura, le superfici dei getti possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Il costo relativo al raffreddamento o riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

G.11.4 Finitura delle superfici del calcestruzzo

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto. Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti. La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi. La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto. In particolare dovrà essere curato il distanziamento dell'armatura in ferro dal fondo delle casseforme.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni. Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati

non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione della Direzione Lavori. La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1: si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2: si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 0.5 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3: si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,2 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4: si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,1 cm.

È facoltà della Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto. Salvo riserva di accettazione da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura. In particolare per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

G.11.5 Stagionatura e disarmo

G.11.5.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

A questo fine tutte le superfici non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide fino al termine della presa del conglomerato cementizio per almeno 6 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematura ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso in cui sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

G.11.5.2 Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto della Norma UNI EN 206-1:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare a norma UNI 1401-1:2009 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

G.11.5.3 Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche del 2008.

G.11.5.4 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente la Norma UNI EN 206-1; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della Norma UNI EN 206-1.

G.11.6 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

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

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le

eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore manodopera occorrente da parte dei fornitori. Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

G.11.7 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente articolo relativo ai controlli in corso d'opera riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quanto lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglio quadra diametro 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 12350-7.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI ex 6393, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc..

G.11.8 Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati

distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle NTC 2008.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi, la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a cm 3. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di cm 4. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a mm 0,6, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto; l'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

Copriferri minimi DM 14-1-08

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori della tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa pari a 10 mm o minore.

I valori della tabella si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni.

Per la vita nominale a 100 anni vanno aumentati di 10 mm.

Valori di resistenza delle barre di armatura B450 C

f_y nom	450 N/mm ²
f_t nom	540 N/mm ²

G.11.9 Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione delle precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;

- le eventuali operazioni di ritartura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa ecc..

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

Valori di resistenza delle barre per c.a.p..

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura f_{stk} N/mm ²	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua $f_{p0,1}$ N/mm ²	.....	≥ 1420	.....	.....	.....
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale f_{p1} N/mm ²	.....	.....	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratteristiche di snervamento f_{yk} N/mm ²	≥ 800	.....	.....	.....	.....
Allungamento sotto carico massimo A_{gt}	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

G.11.10 Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera, e dovrà coordinarsi in tal senso con l'Impresa specializzata.

L'impresa, dietro formale richiesta della Direzione lavori resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

G.12 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio, ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

G.12.1 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da mm 10 e mm 12 di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di mm 12 e altezza di mm 10;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

G.12.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di cm 10; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da mm 40 di profondità aventi diametro di mm 12 per i primi mm 20 e diametro di mm 10 per i restanti mm 20. Nella parte superiore dal foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti di conglomerato cementizio, e risolvere completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

G.12.3 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di m² 1,00 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO [secondi]	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0
30 - 100	Sufficiente	1
100 - 300	Discreto	2
300 - 1000	Buono	3
> 1000	Eccellente	4

G.12.4 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'aria analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

G.13 Inserti a tenuta nei calcestruzzi

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti liquami, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei liquami nel contatto calcestruzzo-inerti. Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquame nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica. La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Appaltatore.

H) Casseforme

H.1 Generalità

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche ed in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

Gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.

L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

H.2 Casseforme centinate

Per fondazioni, pareti in elevazione, solai, solette piane, cunicoli, canalette, serbatoi, ponti, viadotti, ecc.. potranno essere richieste casseforme centinate, cilindriche o sagomate. Tali casseforme dovranno rispettare le linee ed i raggi indicati sui disegni, i pannelli metallici dovranno essere incurvati o se in masonite o lamiera in modo da evitare la vista di facce piane lungo le pareti ad arco. Particolare cura dovrà essere adottata per i puntellamenti a sostegno e le tirantature delle casseforme per mantenere entro le tolleranze i getti finiti. La Direzione Lavori potrà permettere l'uso di casseforme scorrevoli o pneumatiche.

Il sistema di puntellatura per solette piene in calcestruzzo, anche a grande altezza, deve essere costituito da torri in alluminio in moduli, di altezza pari a 3 m circa, accoppiabili in senso verticale e con possibilità di traslazione sul piano di appoggio, costituite da telai collegati da crociere di irrigidimento e complete di prolunghe, vitoni, pezzi speciali, e travi di prima orditura in alluminio con listello di legno incastonato.

H.3 Tiranti di ancoraggio

I tiranti di ancoraggio disposti per sostenere i casseri debbono essere sommersi nel calcestruzzo e tagliati ad una distanza non inferiore a due volte il diametro od al doppio della dimensione minima dalla superficie esterna.

Questo varrà per tutti i gradi di finitura ad esclusione di quello di cui al punto 8.1a, dove i tiranti possono essere ritagliati alla superficie esterna del calcestruzzo.

La parte finale dei tiranti deve essere costruita in modo tale che al momento della loro rimozione non si abbia alcun danneggiamento alla superficie a vista del calcestruzzo. Eventuali danneggiamenti dovranno essere immediatamente riparati a cura ed a spese dell'Impresa secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

H.4 Pulizia e lubrificazione

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

H.5 Disarmo

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

L) Ferro tondo d'armatura

L.1 Generalità

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio approvati dalla Direzione Lavori o a quanto previsto nel progetto esecutivo.

Si prevede di usare barre ad aderenza migliorata B450C a seconda di quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle Norme tecniche del DM 14.01.08.

L.2 Modalità esecutive

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

La Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto ad essa spettante in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con liquidi, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

Nel prezzo del ferro per le armature sono compresi, oltre agli oneri di provvista, quelli relativi al taglio, piegatura, sagomatura, saldatura posa in opera, perdite per sfridi, alla fornitura ed impiego del filo di ferro per le legature, alla filettatura dei manicotti e alla realizzazione dei sostegni.

L.3 Prove di accettazione e controllo

I ferri per le armature devono essere:

- Identificati e rintracciabili in cantiere, come previsto nel par. 11.3.1.4 delle NTC08
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, nei centri di produzione, come indicato nel par. 11.3.1.2,
- accettati dal Direttore dei lavori in cantiere mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione, come indicato al paragrafo 11.3.2.10.4 del DM14-01-08.

Le caratteristiche qualitative dei materiali devono essere riconoscibili, e gli stessi devono essere riconducibili allo stabilimento di produzione tramite apposita marchiatura.

In corso d'opera i controlli in cantiere sono obbligatori, è opportuno che avvengano prima della messa in opera del lotto e comunque entro 30 giorni dalla consegna del materiale.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui ai precedenti punti.

L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e l'idoneità del ferro secondo Specifiche e Regolamento.

L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, presso laboratori ufficiali prove su campioni di ferro per armatura prelevati in cantiere secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008.

I campioni prelevati e preparati verranno sottoposti a prove secondo modalità che dovranno rispondere ai requisiti riportati nella Tabella 11.3.VI del DM 2008:

- prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetta corta;
- prova di piegamento;
- prova di resistenza;
- analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.

Le prove elencate saranno effettuate presso un Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

I materiali devono essere nuovi esenti da difetti palesi od occulti.

In ogni caso la Direzione Lavori richiederà prove addizionali nel caso in cui durante le prime prove le caratteristiche del ferro non fossero conformi. Resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

L.4 Certificazioni

Le norme, par. 11.3.1. del DM 14/01/2008 prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento sui lotti di produzione (30/120 ton)

- nei centri di trasformazione sulle forniture (90 ton)
- di accettazione in cantiere sui lotti di spedizione (30 ton)

IDENTIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE

Per quanto concerne l'identificazione e qualificazione, possono aversi prodotti in possesso della Marcatura CE prevista dalla direttiva 89/106/CEE oppure prodotti per i quali è prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008..

CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO

Secondo quanto al par. 11.3.12. del DM. 14/01/2008 tutti gli acciai devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione ISO 9001:2000 certificato da Ente terzo, atto a garantire il mantenimento della affidabilità nella conformità del prodotto finito.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori dovrà accertarsi del possesso e validità (biennale) dell'Attestato di Qualificazione del produttore presso il STC (Servizio Tecnico Centrale, Ministero LLPP.)

La procedura di qualificazione deve essere comunicata al STC allegando la relazione con i dati di produzione, dello stabilimento, degli impianti, modalità di controllo interno e di marchiatura, copia del manuale di qualità, come indicato al par. 11.3.1.1.

Il prodotto fornito dall'Appaltatore deve presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo Inequivocabile il riferimento:

- 1) all'azienda produttrice
- 2) allo stabilimento di produzione
- 3) al tipo di acciaio
- 4) al suo grado qualitativo
- 5) al marchio che dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. La mancata marchiatura o la sua illeggibilità anche parziale, comporterà il rifiuto della fornitura.

Tutte le forniture di acciai devono essere accompagnate da:

- attestato di qualificazione (validità quinquennale) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul Documento di Trasporto, con la data di spedizione, il riferimento alla qualità, al tipo dell'acciaio, al destinatario. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al Documento di Trasporto del commerciante o del trasformatore intermedio.
- Il DL prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, come da par. 11.3.15.
- copia della Dichiarazione, presentata dall'Officina di Trasformazione al Servizio Tecnico Centrale o secondo quanto previsto al punto 11.3.1.7 del D.M. 14/01/2008.

Al momento dell'ingresso dei materiali in officina essi dovranno essere accompagnati dai:

- certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciati dalle aziende produttrici.

Suddetta documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà fornire a D.L. i certificati relativi alle:

- prove di qualificazione ed alle prove periodiche di verifica della qualità eseguite dai Laboratori Ufficiali o Laboratori Autorizzati, incaricati dei controlli .

Dai certificati dovrà risultare chiaramente:

- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento e il luogo di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiara saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma (per le verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato (non anteriore a tre mesi dalla data di spedizione in cantiere);
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto;
- i risultati delle prove eseguite in stabilimento o presso un laboratorio ufficiale;
- l'analisi chimica, che per prodotti saldabili, dovrà soddisfare i limiti di composizione raccomandati dalle Norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1;
- le elaborazioni statistiche e quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 ai par.:
 - 11.3.1.6 - Prove qualificazione e verifiche periodiche
 - 11.3.2 Acciaio per cemento armato
 - 11.3.2.10.3 Controlli nei centri di Trasformazione

I controlli costituiti da 3 spezzoni di uno stesso diametro di una stessa fornitura proveniente da uno stesso stabilimento, sono obbligatori su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 ton.

Le prove devono essere certificate dai laboratori Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

M) Opere in carpenteria metallica

M.1 Generalità

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature: travature semplici o composte per solai, ossature, rampanti e ripiani, scale, pensiline, balconi, piastre, squadre, profilati in ferro tondo, piatto, quadro od angolare con eventuale impiego di lamiera per ringhiere, inferriate, cancellate, grigliati, con eventuali intelaiature fisse o mobili con spartiti geometrici semplici, cardini, paletti, serrature, compassi, guide ed ogni altra ferramenta di fissaggio, apertura e chiusura, con fori, piastre, bulloni, elettrodi, ecc. dati in opera bullonati o saldati.

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate.

La seconda categoria comprende le opere di minore mole e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti (D.M. 14.01.2008).

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita già dipinta con una mano di vernice antiruggine data in officina o zincata a caldo, ad eccezione di quella in acciaio inox. Il ciclo di verniciatura previsto sarà indicato nei disegni di progetto.

Per il dettaglio dei carichi si rimanda alla Relazione di calcolo delle strutture.

M.2 Normativa riferimento

Nell'esecuzione delle opere in acciaio l'Appaltatore è tenuto al pieno rispetto delle norme contenute nelle leggi, regolamenti e circolari ministeriali in vigore o che venissero emanati durante l'esecuzione dei lavori, nonché a farsi carico di tutti gli oneri inerenti il rispetto delle leggi, regolamenti, decreti, circolari, norme e disposizioni in vigore al momento della gara. In ogni caso si farà riferimento alle seguenti norme:

- LEGGE n° 1086 del 5 novembre 1971 "Norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso per le strutture metalliche".
- LEGGE n° 64 del 2 febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni
- D.P.R. 6 giugno 2001 n° 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia – Parte II Normativa Tecnica per l'Edilizia.
- LEGGE 17 luglio 2004 n° 186 Conversione del D. L. 28 maggio 2004 n° 136.

Materiali

- UNI E 14.07.000.0 Zincatura a caldo su prodotti zincati dopo la loro costruzione
- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – condizioni tecniche di fornitura (Parti 1, 2).
- UNI EN 10210 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
- UNI EN 10219-1 Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10293 Getti di acciaio - Getti di acciaio per impieghi tecnici generali
- UNI EN 1090 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio (Parti 1, 2)
- UNI EN ISO 4016 Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C

- UNI EN ISO 898-1 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine
- UNI EN ISO 898-2 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine
- UNI EN ISO 10083-2 Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
- UNI EN ISO 14399 Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico – Parti 1, 2, 3, 4, 5, 6
- UNI EN 10263 Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Parti 1, 2, 3, 4, 5
- UNI EN 15048 Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 10204 Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo
- UNI EN 10149 Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite snervamento per formatura a freddo – Parti 1, 2, 3

Saldature

- UNI EN ISO 4063 Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura dei processi e relativa codificazione numerica
- UNI EN ISO 3834 Requisiti di qualità del Costruttore per la saldatura per fusione dei materiali metallici
- UNI EN ISO 15614 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura
- UNI EN 1011:2005 Saldature: raccomandazioni per l'esecuzione delle saldature: Parti 1 e 2 per acciai ferritici; parte 3 per acciaio inox.
- UNI EN 9692-1: 2013 Saldatura e procedimenti connessi - Tipologie di preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
- UNI EN 17635 Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
- UNI EN ISO 9606-1 Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Acciai (Patentini)
- UNI EN ISO 5817 Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni (Accettabilità controlli non distruttivi)
- UNI EN ISO 14732 Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici
- UNI EN ISO 14555 Saldatura - Saldatura ad arco dei prigionieri di materiali metallici
- UNI EN ISO 14731 Coordinamento delle attività di saldatura - Compiti e responsabilità

Zincatura

- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
- UNI EN ISO 14713 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione
- UNI EN ISO 9223 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Classificazione, determinazione e valutazione
- UNI EN 10346 Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

Controlli

- EC 1-2015 UNI EN ISO 377:2013 Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei campioni e dei provini per prove meccaniche
- UNI EN ISO 6892-1:2009 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
- UNI EN ISO 148-1:2011 Materiali metallici - Prova di resilienza su provetta Charpy - Parte 1: Metodo di prova
- UNI EN ISO 9712:2012 Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive
- UNI EN 17635 Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici

M.3 Caratteristiche dei materiali

Certificazioni

Ogni prodotto fabbricato al fine di essere incorporato in modo permanente nelle opere di ingegneria civile si definisce materiale da costruzione e viene denominato prodotto.

I prodotti metallici possono essere immessi sul mercato solo se dotati di caratteristiche tali da rendere le opere su cui sono installati conformi ai loro requisiti essenziali di resistenza, stabilità e di sicurezza.

Tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere identificati a cura del produttore, qualificati sotto la responsabilità del produttore secondo le procedure, accettati dalla Direzione Lavori, mediante la verifica della documentazione di qualificazione e le prove di accettazione.

Identificazione e qualificazione

Per quanto concerne l'identificazione e qualificazione, possono aversi prodotti in possesso della Marcatura CE prevista dal Regolamento UE 305/2011 e dal DPR 21/04/1993, n. 246 (così come modificato dal DPR 10/12/1997 n. 499) oppure prodotti per i quali è prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008.

Per i prodotti recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori in fase di accettazione richiederà la Dichiarazione di Prestazione ai sensi del Regolamento Europeo 305/2011.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori dovrà accertarsi del possesso e validità dell'Attestato di Qualificazione del produttore presso il STC (Servizio Tecnico Centrale, Ministero LL.PP.) (CASO B NTC 2008 cap. 11 par. 11.1) o del possesso del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (CASO C NTC 2008 cap. 11 par. 11.1) rilasciato dal STC.

Il prodotto fornito dall'Appaltatore dovrà essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale del ministero dei LL.PP., dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento:

- 1) all'azienda produttrice
- 2) allo stabilimento di produzione
- 3) al tipo di acciaio
- 4) alla sua eventuale saldabilità

La mancata marchiatura o la sua illeggibilità anche parziale, comporterà il rifiuto della fornitura.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutto il materiale fornito dall'Appaltatore dovrà provenire da stabilimenti dotati di un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento FPC (Controllo di produzione in fabbrica), che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito rispetto al prototipo, indipendentemente dal processo di produzione, così come previsto al punto 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008. Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la NORMA EN ISO 9001 (fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili) e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Tutte le procedure e disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate ed essere a disposizione della Direzione Lavori. Tutte le forniture di acciai laminati a caldo sotto

forma di profilati, barre, piatti, e lamiere per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE dovranno essere accompagnate:

- 1) dall'Attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul
- 2) Documento di Trasporto, con la data di spedizione, il riferimento alla qualità, al tipo dell'acciaio, al destinatario.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al Documento di Trasporto del commerciante o del trasformatore intermedio.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati in un Centro di trasformazione (secondo la definizione di cui al paragrafo 11.3.1.7 del D.M. 14/01/2008) dovrà inoltre essere accompagnata:

- 1) dall'attestazione o, qualora richiesto dalla D.L., dai certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione, con indicazione dei giorni in cui la fornitura è stata lavorata. I risultati delle prove di controllo andranno registrate su apposito registro a disposizione della DL.
- 2) copia della Dichiarazione, presentata dall'Officina di Trasformazione al Servizio Tecnico Centrale contenente indicazioni su: l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi, copia del Certificato FPC (sistema di gestione della qualità), il logo del Centro di Trasformazione, l'impegno ad usare materiali qualificati all'origine, l'incarico al Direttore Tecnico e la sua conferma annuale al STC.

Il Centro di trasformazione potrà ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, i quali dovranno essere accompagnati dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciati dalle aziende produttrici, nonché dalla documentazione prevista al paragrafo 11.3.1.5 del D.M. 14/01/2008. In ogni caso, i materiali lavorati dovranno essere nuovi ed esenti da difetti palesi od occulti.

La suddetta documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà fornire a D.L. i certificati relativi alle prove di qualificazione ed alle prove periodiche di verifica della qualità eseguite dai Laboratori Ufficiali o Laboratori Autorizzati, incaricati dei controlli.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo UNI EN ISO 15614-1 ed eseguiti da personale qualificato da parte di Ente Terzo secondo la norma UNI EN 9606-1. Da tabella 11.3.XI del DM 14/01/2008, il personale di coordinamento della saldatura dovrà avere un livello C (Completo) di conoscenza secondo la norma UNI EN ISO 14731.

In relazione alla tipologia di manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI ISO EN 3834 Parti 2 e 4.

Dai certificati dovrà risultare chiaramente:

- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento e il luogo di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma (per le sole verifiche periodiche della qualità);

- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato (non anteriore a tre mesi dalla data di spedizione in cantiere);
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto;
- i risultati delle prove eseguite in stabilimento o presso un laboratorio ufficiale;
- l'analisi chimica, che per prodotti saldabili, dovrà soddisfare i limiti di composizione raccomandati dalle Norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1;
- le elaborazioni statistiche di cui ai paragrafi 11.3.2.11, 11.3.2.12, 11.3.3.5 e 11.3.4.10 del D.M. 14/01/2008;
- la rispondenza dei materiali, dei processi di produzione e delle lavorazioni alle previsioni di progetto e alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 paragrafo 11.3.4 Acciai per strutture metalliche e per strutture composte, con particolare riferimento ai sottoparagrafi:

- 11.3.4.1 Generalità
- 11.3.4.2 Acciai laminati
- 11.3.4.3 Acciaio per getti
- 11.3.4.4 Acciaio per strutture saldate
- 11.3.4.5 Processi di saldatura
- 11.3.4.6 Bulloni e chiodi
- 11.3.4.7 Connettori a piolo
- 11.3.4.8 Acciai inossidabili
- 11.3.4.9 Specifiche per acciai da carpenteria in zona sismica
- 11.3.4.10 Centri di Trasformazione
- 11.3.4.11 Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Campioni, prove e controlli

Le norme, par. 11.3.1 del DM 14/01/2008 prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

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

Controlli in stabilimento

I controlli in stabilimento sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del produttore. Il laboratorio incaricato dal Servizio Tecnico Centrale in sede di qualifica dei prodotti verifica periodicamente, almeno con cadenza semestrale, la qualità della produzione. Le modalità di svolgimento dei controlli in stabilimento sono regolate dal paragrafo 11.3.4.11.1 del DM 14/01/2008.

Controlli nei centri di trasformazione

I controlli presso i centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina, con le modalità indicate al paragrafo 11.3.4.11.2 del DM 14/01/2008.

Per ogni fornitura dovrà essere effettuato un minimo di tre prove, di cui almeno una sullo spessore minimo ed una sullo spessore massimo. A tal fine l'Appaltatore avviserà tempestivamente D.L. dell'arrivo dei materiali.

I campioni, prelevati e preparati secondo le norme UNI EN ISO 377, dovranno essere sottoposti almeno alle seguenti prove, da effettuarsi presso un Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato ai sensi della normativa vigente:

- prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento (secondo norma UNI EN ISO 6892-1);
- prova di piegamento;
- prova di resilienza (secondo norma UNI EN ISO 148-1);
- analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.

I dati sperimentali dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN10025 ovvero delle tabelle di cui al paragrafo 11.3.4.1 del DM 14/01/2008 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Dovrà inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza dovrà essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Accettazione

I controlli di accettazione in cantiere ai sensi del DM 14/01/2008 par. 11.3.4.11.3, demandati alla DL, sono obbligatori e vanno eseguiti secondo le indicazioni di cui al par. 11.3.3.5.3, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione di massimo 30 ton.

Qualora la fornitura provenga da un Centro di Trasformazione, il D.L. dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di Trasformazione abbia tutti i requisiti di cui al par.11.3.1.7 del DM 14/01/2008, può recarsi presso il Centro di Trasformazione ad effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra; in tal caso, il prelievo dei campioni sarà effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo dovrà assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Tutte le analisi devono essere effettuate da laboratori accreditati UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Nel caso di prove di tipo non distruttivo, il personale addetto alle prove dovrà essere in possesso di adeguato livello di certificazione ISO 9712.

Collaudi

A fine lavori si procederà al collaudo delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore.

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo Ufficiale, eseguito ai sensi dell'Art. 7, Legge 5.11.1971 n.1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dalla Committente. Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.) ed alla normativa vigente.

La rispondenza delle opere a quanto richiesto nei disegni esecutivi dovrà essere verificata sia per quanto riguarda le sagome, sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze.

Tutte le strutture dovranno essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali.

Sarà facoltà del D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali, sia sulle opere eseguite o in corso di esecuzione in officina.

Tutte le prove e controlli non distruttivi dovranno essere numerati e riportati su apposito registro.

Nel caso che le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà cura dell'Appaltatore apportare le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore dovrà consentire a D.L. e Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e dovrà fornire loro tutta l'assistenza richiesta.

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

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

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

Prima di dare inizio alla produzione di porzioni di struttura contenenti giunzioni saldate, l'Appaltatore dovrà presentare una Specifica (WPAR, WPS) che descriva compiutamente i procedimenti di saldatura adottati e che dovrà essere approvata dalla D.L. e dall'Istituto Italiano della Saldatura.

Porzioni di struttura realizzate prima della presentazione e dell'approvazione della suddetta specifica verranno automaticamente ritenute non idonee e pertanto scartate. Eventuali oneri relativi a prove o altre indagini necessarie per accertare l'idoneità di tali manufatti sono comunque da intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

M.4 Modalità esecutive

Strutture

PRESCRIZIONI DI VALIDITA' GENERALE

L'Appaltatore fornirà tutte le prestazioni elencate nelle Condizioni Generali di Appalto per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli allegati, in particolare quanto segue:

- Relazione finale del Direttore dei montaggi.
- Il progetto strutturale esecutivo di officina (shop drawings) completo di ogni dettaglio, redatto sotto la direzione di un tecnico abilitato e firmato dallo stesso. Il committente, mediante il proprio progettista, esegue il dimensionamento degli elementi strutturali (travi e colonne), mentre l'Appaltatore esegue il calcolo delle connessioni ed il loro sviluppo, sulla base delle azioni sulle connessioni fornite dal progettista

- I disegni di officina dovranno essere sottoposti all'approvazione da parte della D.L. e dei progettisti; la produzione in officina potrà iniziare solo dopo l'ottenimento di detta approvazione.
- Il progetto esecutivo delle metodologie di montaggio con la verifica delle strutture in relazione alle diverse situazioni di carico e di vincolo durante le differenti fasi di montaggio, redatto sotto la direzione di un tecnico abilitato e firmato dallo stesso;
- Le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati da D.L.
- Le piastre di base complete di tirafondi o altro sistema di connessione alle strutture in calcestruzzo armato.
- Tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture.
- La predisposizione di asole, fori e vani nelle strutture per dare luogo e passaggio di tubazioni e condotte degli impianti tecnologici, nonché la predisposizione dei collegamenti alle strutture degli eventuali elementi costruttivi, anche se non elaborati, determinabili nel progetto.
- Calcoli giustificativi di eventuali giunzioni o nodi resisi necessari per l'adeguamento ad eventuali particolari tecnologie di esecuzione proprie dell'officina.
- Gli elettrodi.
- Il montaggio delle strutture sopra richiamate.
- Quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

L'Appaltatore curerà inoltre

- L'esecuzione delle prove di carico richieste.
- Il trasporto dai luoghi di installazione e l'accatastamento nell'ambito del cantiere, in zona recintata, preventivamente indicata da D.L., 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.

È infine fatto obbligo all'Appaltatore indicare alla D.L., prima dell'inizio delle lavorazioni, il nome del direttore dei lavori in officina, del Coordinatore delle attività di saldatura e del D.L. per il montaggio. Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale delle consegne, all'Appaltatore viene richiesto di sottoporre a D.L. per approvazione i disegni e i calcoli dallo stesso eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

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 sovrasollecitate. 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.

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 dei 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 la zona interessata ed in particolare:

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

Sistema Qualità

Il Costruttore ai sensi UNI EN ISO 3834, deve eseguire:

- una adeguata pianificazione della produzione
- sequenza di fabbricazione
- specifiche di saldatura
- sequenza di esecuzione delle saldature
- ordine e tempi in cui i singoli processi devono essere effettuati
- specificazione delle ispezioni e controlli incluso eventuale intervento di organismo ispettivo indipendente
- condizioni ambientali
- identificazione per lotti ,gruppi, parti a seconda dei casi.
- Impiego di personale qualificato
- Eventuali prove di produzione
- Prove e ispezioni applicabili negli stadi appropriati del processo di fabbricazione secondo una frequenza e una ubicazione che dipende dal contratto, dalla norma ,dal procedimento di saldatura

Identificazione e Rintracciabilità

La identificazione e la rintracciabilità, ai sensi UNI EN ISO 3834, devono essere mantenute attraverso tutto il processo di fabbricazione. I sistemi di identificazione devono comprendere:

- identificazione dei piani di produzione
- identificazione schede lavoro
- identificazione posizione saldature
- identificazione procedure controllo ND e del personale addetto
- identificazione del materiale di apporto di saldatura
- identificazione e rintracciabilità materiale di base
- identificazione posizione delle riparazioni
- identificazione attacchi provvisori
- rintracciabilità apparecchiature di saldatura
- rintracciabilità saldatori
- rintracciabilità di specifiche di procedure di saldatura

Materiali

E' previsto l'impiego dei seguenti tipi di acciaio:

- Grigliato elettroforgiato S255 JR UNI EN 10025/95 zincato a caldo a norme UNI EN ISO 1461/99
- Gradini in grigliato elettroforgiato S255 JR UNI EN 10025, zincato a caldo secondo norma UNI-E-14.07.000.0
- Cancelli in acciaio S255 JR UNI EN 10025
- lamiere S 275 J UNI-EN 10025
- profilati laminati a caldo (tipo tubi quadri , UPN, IPE, HE) S 275 J0 UNI-EN 10025
- tubi quadri S355 J0 UNI-EN 10025
- perni S 355 J UNI-EN 10025
- bulloni classe 10.9 UNI-EN ISO 898-1:2013
- dadi classe 10 e 12 UNI-EN 20898-2:2012
- piastrine e rosette acciaio C50 UNI EN 10083-2:2006

Le caratteristiche dei materiali metallici impiegati per le costruzioni di acciaio dovranno corrispondere a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, al paragrafo 11.3.4, che fissa le caratteristiche qualitative e le prove di accettazione dei materiali e delle lavorazioni.

Il materiale impiegato per la realizzazione delle opere dovrà essere nuovo ed esente da difetti palesi od occulti, con particolare riferimento a:

- Marcatura per identificazione del prodotto qualificato
- Documentazione di accompagnamento delle forniture
- Controlli in officina e/o in cantiere su prodotti

Esecuzione delle opere

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le travi realizzate con profilati laminati a caldo in un solo pezzo senza giunti (ove non previsti) ,sulla massima lunghezza commerciale del pezzo.

L'esecuzione di eventuali giunti saldati dovrà essere eseguita esclusivamente in officina e tali giunti dovranno essere controllati secondo le indicazioni dell'Istituto Italiano della Saldatura.

Tutte le unioni (unioni bullonate, ad attrito; saldate) dovranno essere eseguite secondo le prescrizioni fornite dalle Normative Vigenti.

Lavorazioni in officina

Le lavorazioni di officina dovranno essere condotte nel rigoroso rispetto di quanto prescritto al par. 11 del D.M. 14/01/2008 (NTC 2008) con particolare riferimento a quanto indicato al punto 11.3.4.

Le lavorazioni dovranno essere condotte da personale qualificato e con l'uso di macchine ed attrezzature idonee, sotto il costante controllo del Direttore dei Lavori in officina e dei tecnici dell'Istituto Italiano della Saldatura.

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 dalle norme ufficiali e dagli elaborati progettuali.

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

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

Tagli e finiture

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature.

E' ammesso il taglio a ossigeno, purché eseguito con cura ed eventualmente regolarizzato.

I tagli irregolari devono essere regolarizzati con idonea attrezzatura.

Forature

I fori per chiodi e bulloni devono essere preferibilmente eseguiti con trapano od anche con punzone, purché successivamente alesati.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e per bulloni.

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

Saldature

Le saldature dovranno essere eseguite in conformità alle vigenti disposizioni di legge.

L'esecuzione sarà conforme alle specifiche appositamente redatte dall'Appaltatore ed approvate formalmente dall'Istituto Italiano della Saldatura, cui sarà demandato il controllo di qualità.

In particolare le saldature a piena penetrazione delle giunzioni testa testa o a croce, dovranno essere effettuate con procedimenti di saldatura qualificati dall'Istituto Italiano della Saldatura e la loro esecuzione sottoposta al controllo e alla accettazione da parte dell'Istituto stesso con i mezzi di indagine ritenuti più idonei.

In ogni caso dovrà essere richiesta sia per il posizionamento dei giunti che per i procedimenti di saldatura, l'approvazione di D.L..

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

Si sottolinea inoltre che:

- il Costruttore delle strutture metalliche saldate dovrà avere una organizzazione tale da soddisfare i requisiti stabiliti dalla Normativa Vigente.
- in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la Norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura dovrà

corrispondere ai requisiti contenuti nella Tabella 11.3.XI riportata nel par. 11 del D.M. 14/01/2008 (NTC 2008).

– La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da ente terzo.

In particolare:

- l'officina dovrà essere diretta da un Direttore Tecnico che assume la le responsabilità affidate, per Norma, al Direttore dei Lavori;
- le saldature dovranno essere eseguite secondo linee guida stabilite nella Norma EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e parte 3 per acciai inox;
- i saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere certificati, da un Ente terzo, secondo UNI EN 9606-1:2013 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previste; i saldatori che eseguiranno prevalentemente cordoni d'angolo dovranno superare le prove previste dalla normativa suddetta per i giunti a T;
- gli operatori dei procedimenti automatici dovranno essere certificati da un Ente terzo, secondo UNI EN 14732:2013;
- i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005;
- il materiale base dovrà essere fornito nella qualità e grado indicati sui disegni di progetto ed accompagnato dall'Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale;
- il Costruttore dovrà preparare le specifiche di saldatura di produzione (WPS), da sottoporre all'approvazione dell'Istituto Italiano della Saldatura;
- le lamiere dovranno essere controllate con ultrasuoni nelle zone che si trovano in corrispondenza di giunti in croce o a T a piena penetrazione (100 mm a cavallo dell'asse del giunto);
- tutte le saldature dovranno essere esaminate con i metodi non distruttivi e le percentuali di seguito descritti:
 - esame visivo (secondo UNI EN 17637:2011): 100%;
 - esame magnetoscopico (secondo UNI EN ISO 11666:2011 - 17640:2011): 20% giunti principali
 - esame ultrasonoro (secondo UNI EN 1712:2005-1714:2005): 100% dei giunti a piena penetrazione;

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si farà riferimento alla prescrizioni della Norma UNI EN 17635:2010;

- giunti testa a testa non previsti a disegno dovranno essere preventivamente sottoposti alla
- approvazione del Progettista, realizzati a piena penetrazione, controllati al 100% visivamente, con magnetoscopia e ultrasuoni (radiografia per spessori inferiori a 10 mm), riportati sui disegni costruttivi;
- nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal Costruttore ed approvata dall'Istituto Italiano della Saldatura.
- Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per 50 cm da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore a 50 cm (le estensioni non verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di

ulteriori difetti, l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti). In presenza di cricche o incollature, l'estensione dei controlli passerà subito al 100%.

- La supervisione alla costruzione delle strutture saldate ed i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti da personale dell'Istituto Italiano della Saldatura certificato come European Welding Inspector secondo le linee guida dell'EWI (European Welding Federation).

Assemblaggio tramite saldatura in officina

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

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO₂ o sue miscele;
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato dovrà rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI EN ISO 2560:2010 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata.

Raddrizzamento

Il raddrizzamento, lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Controfrecce

Le travi dovranno essere tutte predisposte con opportune controfrecce secondo le indicazioni di progetto. I procedimenti per imporre le monte alle travi dovranno essere oggetto, all'atto esecutivo, di un approfondito esame, affinché l'elemento strutturale non subisca danni irreversibili, ciò con particolare riferimento ai procedimenti a freddo.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati per realizzare la controfrecce sulle travi principali. I conci dovranno essere sagomati secondo archi di cerchio di raggio adeguato a garantire la controfrecce di progetto.

L'assemblaggio dei conci tramite saldatura dovrà essere eseguito in modo da evitare deformazioni di entità e caratteristiche tali da alterare il comportamento statico.

Le procedure da seguire dovranno essere formalizzate attraverso relazioni o elaborati grafici e dovranno essere approvati dalla D.L, sentito il parere dei Progettisti.

Montaggio

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature dell'appaltatore e verrà condotto sotto la direzione di un tecnico abilitato con funzione di "Direttore del montaggio", secondo la progressione temporale prevista in programma.

Prima dell'inizio delle operazioni di montaggio l'Appaltatore dovrà procedere alla stesura di un progetto esecutivo di montaggio delle strutture firmato da un tecnico abilitato, con indicazione delle fasi e delle modalità di intervento, con individuazione di eventuali strutture provvisorie e dei mezzi che si intende impiegare.

Prima dell'inizio del montaggio il progetto di montaggio dovrà essere approvato dalla D.L., sentiti i Progettisti.

Eventuali strutture di controvento provvisorie non dovranno determinare variazioni nello schema statico tali da indurre sollecitazioni non compatibili con le caratteristiche delle strutture. Dette eventuali strutture provvisorie dovranno essere completamente rimosse a fine montaggio a cura e spese dell'Appaltatore.

Il personale responsabile del cantiere dovrà possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.

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

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

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 e le prescrizioni specifiche previste nel piano della sicurezza.

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.

Il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Qualora fosse necessario l'utilizzo di martinetti per il posizionamento degli appoggi, andrà controllato che i tronchetti predisposti sugli elaborati in corrispondenza degli appoggi siano coerenti per le attrezzature previste dall'Appaltatore.

L'Appaltatore se necessario apporrà le necessarie modifiche ai tronchetti di sollevamento, previa approvazione dei relativi elaborati grafici e di calcolo da parte dei Progettisti e del DL. Tali modifiche se necessarie, saranno eseguite a cura dell'Appaltatore senza nulla pretendere.

In particolare le operazioni di bullonatura e saldatura dovranno essere effettuate nel rispetto rigoroso delle norme e prescrizioni vigenti in materia e delle prescrizioni di progetto.

Per le saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua e gli elettrodi dovranno essere essiccati in apposita stufa alla temperatura di 420° C due ore prima dell'uso.

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

Le saldature in opera saranno rispondenti alle norme di corretta esecuzione; dovranno presentare caratteristiche meccaniche di resistenza non inferiori a quelle eseguite in officina; le operazioni dovranno essere conformi a quanto previsto al punto 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008.

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.

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

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo ne derivi alcun maggior onere.

Tutti gli assemblaggi e le giunzioni in cantiere dovranno essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti e saranno eseguiti:

- con bulloni di Classe non inferiore a 4.6 per bulloni non precaricati (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 15048-1 e UNI EN ISO 898-1) e dadi di classe non inferiore a 4 (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN 4032 e UNI EN 4034; UNI EN 20898-2), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN 7091 temperato e rinvenuto HCR 32÷40.
- con bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 8.8, e giunzioni ad attrito (conformi alla norma UNI EN 14399-1 e UNI EN ISO 838-1). Viti e dadi devono essere associate come prescritto nella tabella 11.3.XII.a contenuta nel D.M. 14/01/2008; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre dovranno essere conformi a quanto previsto ai punti 4.2.8.1.1 e 11.3.4.6.2 del D.M. 14/01/2008.

Controlli sulle saldature

Tutti gli oneri inerenti a ulteriori controlli sulle saldature, qualora richiesti dalla DL, oltre a quelli già previsti in computo, saranno a carico della ditta appaltatrice;

L'estensione, il tipo ed il numero dei controlli sarà stabilita dalla D.L. in accordo con l'Istituto Italiano delle Saldature, al quale, come già detto dovrà essere affidato, a totale carico dell'Appaltatore, il controllo della qualità. Le caratteristiche dei controlli verranno definite in relazione all'importanza delle giunzioni ed alle precauzioni prese durante l'esecuzione, alla posizione di esecuzione delle saldature, a seconda che siano state eseguite in officina od al montaggio.

Tolleranze

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

Lunghezza di ogni elemento strutturale

- Verticale dell'1‰. (uno per mille)
- Orizzontale dell'1‰. (uno per mille)
- Altezza delle colonne e dei montanti : $\min \{0.0035 \times h\}$

dove h = altezza dei montanti

È da notare che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare.

Tolleranze dimensionali particolari potranno essere richieste dal D.L. o sottoposte dall'Appaltatore a D.L. per approvazione.

Trattamento superficiale-Zincatura a caldo

La zincatura a caldo è prevista secondo quanto riportato dalle norme:

- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
- UNI EN ISO 14713 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione
- UNI EN ISO 9223 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Determinazione della velocità di corrosione di provini normalizzati per la valutazione della corrosività

Prima di eseguire la zincatura va eseguita accurata pulizia mediante sabbiatura di classe Sa2,5.

E' previsto uno spessore minimo del ricoprimento di 85 micron , per Categorie ambientali C4.(Strutture esterne in aree industriali entroterra) con un rischio di corrosione molto alto e una velocità di corrosione da 2 a 4 µm/anno ,ai sensi UNI EN ISO 1461:2009 parte 1.

Sulle strutture andranno previsti idonei fori di sfiato e drenaggio secondo quanto prescritto, sugli elaborati grafici. Le forature ed eventuali modifiche di posizionamento e dimensione andranno concordate tra il progettista e il Centro di Zincatura, che dovrà predisporre un elaborato di foratura per l'esecuzione dei fori di zincatura. Tubolari chiusi sono vietati e idonei fori contrapposti di sfiato e dreno vanno previsti e approvati dal Centro di Zincatura.

Il diametro minimo dei fori di drenaggio deve essere di 25 mm e 12 mm per i fori di sfiato, ma possono servire dimensioni maggiori.

I fori di sfiato e dreno, già preventivamente dimensionati dal centro di Zincatura, se nascosti per la loro posizione e quindi non visibili (in fondo ai tubi sui correnti a questi connessi, e quindi non visibili dall'esterno), dovranno essere fotografati e identificati numericamente per poterli esibire al Centro di Zincatura.

Le estremità dei tubolari da saldare per assemblare la struttura successivamente al bagno di zincatura, vanno protette con vernici e prodotti che inibiscano la zincatura e successivamente pulite prima di procedere alla saldatura. La molatura e limatura vanno escluse per il possibile rilascio di residui.

Il controllo delle parti sui nodi di assemblaggio, da giuntare a pulizia eseguita, dovrà essere eseguito e ispezionato da Ente terzo prima di procedere alla saldatura.

La saldatura sui nodi di assemblaggio, andrà protetta con metallizzazione a spruzzo di zinco secondo le UNI EN ISO 14919:2001, su superfici esenti da residui di qualsiasi genere e senza alcuna traccia di ossidazione. Per tale motivo andrà fatta immediatamente dopo la pulizia.

Prescrizioni particolari

Disegni d'officina

I disegni del progetto esecutivo di officina (Shop-drawings), completi di ogni dettaglio, dovranno essere redatti sotto la direzione di un tecnico abilitato, firmati dallo stesso, in conformità a quanto previsto nelle Condizioni Generali d'Appalto.

Sui disegni dei particolari costruttivi dovranno essere indicati gli elementi appresso elencati:

- 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.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti determinati e visibili, incluse le lamiere striate e i grigliati.

Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti la struttura e la sequenza di montaggio nei nodi a 2,4,5 vie, e le relative preparazioni delle estremità dei tubi che ne conseguono.

Nessun lavorazione può essere ammessa senza l'approvazione preventiva degli elaborati di montaggio e di officina.

Istruzioni di montaggio

Il montaggio delle strutture metalliche deve rispettare sequenze prestabilite onde garantire la necessaria stabilità di ogni parte montata in ogni fase di costruzione dell'opera.

Approvazione elaborati di progetto

All'appaltatore viene richiesto di sottoporre ad approvazione da parte del D.L. tutti gli elaborati di progetto necessari per la completa definizione delle opere fornite. La D.L. rilascerà detta approvazione sentito il parere dei Progettisti.

La D.L. provvederà alla restituzione di una copia con approvazione "senza commenti", per conformità al progetto oppure con approvazione "con prescrizioni". In caso di mancata approvazione, dovuta a inadempienze dell'appaltatore, questi è tenuto a sottoporre nuovamente la documentazione corretta, fino ad approvazione ottenuta.

L'Appaltatore non potrà intraprendere lavori, acquisti di materiali o altre operazioni, prima di aver ottenuto tale approvazione.

M.5 Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione di travi e di apparecchi di appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008.

M.6 Collaudo dimensionale e di lavorazione

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà all'accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Per le travate, l'Impresa provvederà ad informare la Direzione dei Lavori ogni volta che si renderà pronta una travata per il collaudo, indicandone tipo e destinazione.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri da qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

M.7 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nel DM e 14 gennaio 2008.

N) Fondazioni speciali

N.1 Trattamenti colonnari di terra stabilizzata (JET GROUTING)

N.1.1 Generalità

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua-cemento immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla Direzione Lavori e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

La tipologia di iniezione per la realizzazione delle colonne di terra stabilizzata jet-grouting sarà del tipo a sistema di gettiniezione normale o monofluido. In questo caso, è prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, normalmente miscele di acqua e cemento, eventualmente con aggiunte di bentonite e/o additivi

N.1.2 Sistema di gettiniezione normale o monofluido

La perforazione dovrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste e del monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione deve essere calata nei fori la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 70 mm e formata da tubi in acciaio di grosso spessore atti a resistere a forti pressioni interne, con giunzioni filettate tali da garantire la tenuta idraulica. La parte inferiore deve quindi essere collegata al monitor porta ugelli sopra descritto.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento Pozzolanico R32,5, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,2/1, con impiego eventuale di additivi secondo le disposizioni della Direzione Lavori e dovrà essere iniettata a pressione non inferiore a 45Mpa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 600 kg di cemento Pozzolanico (peso sesso) per metro cubo di terreno trattato.

Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione. a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, in modo tale da ottenere una resistenza a compressione semplice del terreno consolidato non inferiore a 16 Mpa a 28 gg, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori a seguito dei risultati delle eventuali colonne prova.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

N.1.3 Armatura dei trattamenti colonnari

Quanto previsto in progetto o formalmente ordinato dalla Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre) da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa. Nel caso la Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

N.1.4 Tolleranze

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato saranno le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto per più di 5 cm, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell' 1.5%;
- la lunghezza della colonna di terreno consolidato non dovrà differire oltre i 15 cm rispetto alla lunghezza di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessun caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

N.1.5 Documentazione lavori

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- Identificazione della colonna;
- Data di inizio perforazione e termine iniezione;
- Profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- Durata dell'iniezione;
- Assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- Tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- Risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

N.1.6 Controlli

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con la Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate scelte dalla Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale circa 100 m.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa: Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza circa 100 mm:

$$R.Q.D.\% = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \cong 100 \text{ mm}}{\text{Lunghezza perforata}} \times 100$$

La Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche: posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;
- valore di R.Q.D.;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10%, l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa è inoltre obbligata a realizzare 2 campi prova, uno per ognuna delle due fasi esecutive secondo le quali andrà organizzato il cantiere per l'area A, relativa alla costruzione delle opere di sbarramento e regolazione: la tipologia delle prove e le modalità con cui andranno eseguite sono dettagliate nella Relazione sui materiali per la costruzione dello sbarramento.

N.2 Diaframmi in c.a.

N.2.1 Generalità

Per diaframma si intende un muro realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato. 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. Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. 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.

N.2.2 Prescrizioni tecniche

- 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.
- 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. 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 di infissione.
- 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 del l'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo.
- Sarà cura del l'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.
- 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.
- Saranno a carico del l'Appaltatore tutti gli oneri e i costi connessi alla realizzazione di tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati, manufatti, viabilità di qualunque genere.

Normative di riferimento.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 14/02/1992 N. 55: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.

- Decreto Ministeriale 11/00/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- DIN 4150

Soggezioni geotecniche e ambientali.

La perforazione a secco, senza impiego di fanghi di stabilizzazione, non è di norma ammessa; in casi particolari potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione dei Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata c_u che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione

$$C_u \geq Y H/3$$

dove Y è il peso di volume totale.

La perforazione a secco. è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro e dove non si abbia rigonfiamento delle argille. 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. La tenuta idraulica fra i diversi pannelli, ove richiesto dal progetto, dovrà essere ottenuta mediante idonei giunti da realizzare nelle posizioni di minor sollecitazione.

Prove tecnologiche preliminari.

L'Appaltatore dovrà comunicare, con debito anticipo, alla Direzione Lavori il tipo di attrezzature, i procedimenti operativi ed i principali dettagli esecutivi per la realizzazione dei diaframmi. Se richiesto dalla Direzione Lavori, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e modalità sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Piani di lavoro e tolleranze

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno. Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad 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 armato. Le dimensioni minime sono $0.35 \times 0.80 \text{ m}$; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale. Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le cassetture metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa (vedere quanto segue).

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. Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi 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). I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

I diaframmi dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto: posizione planimetrica dell'asse del diaframma:

- rispetto alla linea mediana delle corree ± 3 cm;
- quota di testa diaframma ± 5 cm;
- profondità ± 25 cm;
- verticalità assoluta $\pm 1\%$;
- complanarità dei giunti ± 1 %.

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 d'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.

Per pannelli singoli, da utilizzare quali strutture di fondazione, si prescrivono le seguenti tolleranze:

- coordinate planimetriche ± 3 cm
- verticalità ± 2 %
- lunghezza ± 25 cm
- quota di testa pannello ± 5 cm.

N.2.3 Materiali

N.2.3.1 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pannelli saranno costituite da staffe esterne ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate fuori opere in "gabbie", i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. Al fine di irrigidire le gabbie d'armature dovranno essere predisposti i necessari ferri diagonali, ad Ω , ed altri, atti a sollevare e trasportare le stesse. Di norma non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm rispetto allo spessore nominale dello scavo. I centratori saranno posizionati, sulla verticale del pannello, a distanza di circa 3 metri. Ulteriori distanziatori saranno posizionati sulla faccia del pannello in modo tale che la spaziatura degli stessi, sia pari a circa 2.20 metri in orizzontale. È ammessa la giunzione, con una sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti. 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.

N.2.3.2 Conglomerati cementizi

La classe e le caratteristiche dei conglomerati cementizi saranno conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Caratteristiche dei componenti: cemento

Il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Caratteristiche dei componenti: Inerti

La dimensione massima degli inerti dovrà essere tale che $D_{max}/2.5 \leq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo tra le barre verticali. Gli inerti devono essere suddivisi in un numero di classi tale da garantire costantemente il rispetto della curva granulometrica definita dal progettista.

Fanghi bentonici

La composizione dei fanghi bentonitici dovrà corrispondere alle prescrizioni del progettista, e dovrà essere tale da garantire la stabilità delle pareti dello scavo; al momento dell'impiego i fanghi dovranno avere massa volumica non superiore a 1.04÷1.07 t/m³ e viscosità Marsh compresa tra 38" e 55" e dovranno essere stati ottenuti con bentonite avente limite di liquidità non inferiore al 200%. Inoltre, prima di essere utilizzati, dovranno essere lasciati almeno 24 ore nelle vasche di maturazione. La bentonite da impiegare dovrà inoltre corrispondere ai seguenti requisiti:

- residuo al setaccio n. 38 della serie UNI n. 2331-2332: $\leq 1\%$
- tenore di umidità: $\leq 15\%$
- limite di liquidità: > 400
- viscosità Marsh 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata: $> 40''$
- decantazione della sospensione al 6% in 24 h: $< 2\%$
- acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30 minuti alla pressione di 0.7 MPa: $< 18 \text{ cm}^3$
- pH dell'acqua filtrata: $> 7; < 9$
- spessore del cake sul filtro della filtropressa: $< 2.5 \text{ mm}$

L'Appaltatore dovrà essere dotata di apparecchiature di depurazione che consentano di limitare la quantità di materiale trattenuto in sospensione dei fanghi. Tali apparecchiature dovranno essere in grado di mantenere costantemente una massa di volume dei fanghi $\leq 1.25 \text{ t/m}^3$ nel corso della perforazione e $\leq 1.15 \text{ t/m}^3$ prima dell'inizio delle operazioni di getto, con contenuto percentuale volumetrico in sabbia $< 6\%$. I valori sopra specificati si riferiscono ai fanghi prossimi al fondo dello scavo. Nel caso d'impiego della "circolazione rovescia", le determinazioni potranno essere fatte sui fanghi in circolo immessi alla bocca dello scavo stesso, mentre nel caso di "fanghi in quiete", dovranno essere condotte su campioni di fanghi prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo. Le determinazioni prima dell'inizio del getto dovranno essere eseguite su campioni prelevati con campionatore ad una quota di 80 cm superiore a quella del fondo dello scavo.

N.2.4 Modalità esecutiva

N.2.4.1 Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera

Prescrizioni generali

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 la 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 lapidei o cementati, l'immorsamento nel sub-strato roccioso.

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. Qualora 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 ultimarela solo nell'imminenza del getto.

La perforazione a secco senza fanghi di stabilizzazione non è di norma ammessa, salvo, e previa informazione alla Supervisione Lavori, il caso in cui si operi in terreni coesivi caratterizzati da valori della coesione non drenata $C_u \geq Y \cdot H/3$, esenti da intercalazioni incoerenti, non interessati da ingresso di acqua nello scavo e non rigonfiabili (Y = peso del volume totale).

Attrezzature

Le caratteristiche degli escavatori e delle gru di servizio dovranno essere scelte dall'Appaltatore in relazione alle capacità operative effettivamente necessarie per eseguire gli scavi ed i getti in conformità con le prescrizioni di progetto.

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. Le benne possono essere manovrate mediante fune libera, o tramite aste di guida tipo Kelly. Le attrezzature Kelly possono essere del tipo monoblocco, o telescopico. 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 gli effetti di beccheggio dell'attrezzatura, conseguenti alla variazione di baricentro durante le manovre di scavo.

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/s e prevalenza adeguata a superare tutti i dislivelli e le perdite di carico esistenti tra il piano di 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.

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. L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere il peso di volume del fango presente nello scavo entro i limiti seguenti:

- non superiore a 1.25 t/m³ nel corso della perforazione;
- non superiore a 1.15 t/m³ prima dell'inizio delle operazioni di getto.

La determinazione prima dell'inizio del getto dovrà essere eseguita su campioni prelevati con campionatore ad una quota di circa un metro superiore a quella di fondo del pannello. L'efficienza dell'impianto e delle procedure adottate per la dissabbiatura e la rigenerazione del fango, verrà controllata come indicato sulla Specifica di Controllo Qualità.

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. 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.

Perforazione con benna mordente

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore fornirà i disegni costruttivi di cantiere, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari ed i secondari, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

Lo scavo con benna mordente sarà eseguito in presenza di fango bentonitico in quiete. Le lunghezze dei singoli elementi di scavo (pannelli) dovranno essere indicate dall'Appaltatore in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti, e tenendo conto delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo. In ogni caso, la lunghezza massima di ogni singolo pannello non potrà superare i 6 m. 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 riempito con calcestruzzo magro. 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 prescritte per l'esecuzione del getto:

- contenuto in sabbia del fango non superiore al 5%;
- densità non superiore a 1.15 t/m³.

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.

Perforazione con idrofresa

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore fornirà i disegni costruttivi di cantiere, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari ed i secondari, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

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'innescio 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 litoide.

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 biassali 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, ove richiesto dalla Supervisione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

- 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.

Dispositivi per la formazione dei giunti

Per la corretta formazione dei giunti, si utilizzeranno tubi-spalla di opportuna forma e dimensione:

- colonne semi-circolari;
- profilati piatti irrigiditi con colonne semi-circolari;
- "canne d'organo", etc.

Di norma 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 loro rimozione, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica; se necessario la superficie del tubo spalla potrà essere preventivamente trattata con vernici disarmanti.

Si avrà cura di pulire adeguatamente i tubi spalla prima del loro impiego.

Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si avrà cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatori, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatori saranno utilizzati a fine perforazione, fissando i 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.

Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera, delle gabbie pre-assemblate, costruite in conformità con le specifiche di cui all'articolo 12.2.

Getto del calcestruzzo

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia. 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.

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 avente diametro interno 20÷25 cm. 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. 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. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; 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. 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 20 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. 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 calcestruzzi. Per nessuna ragione il getto dovrà essere 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.

Controlli e documentazione.

Per ciascun pannello l'Appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- data di esecuzione;
- numero progressivo del pannello;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

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 Direzione Lavori.

N.2.5 Controlli di qualità

Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale, a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.; alle seguenti norme e regolamenti

- Decreto ministero Lavori Pubblici del 14.09.2005;
- Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988;
- norme ASTM D1143/81;

- norme DIN n. 4150 : parti I e II del 1975; parte IV del 1986;

Controlli sui materiali utilizzati

Per la realizzazione di diaframmi si utilizzeranno i seguenti materiali:

- Acciai d'armatura, conglomerati cementizi, fanghi bentonitici ,fanghi biodegradabili;

Si dovrà controllare che gli acciai impiegati provengano da fornitori qualificati, i quali dovranno documentare, mediante certificati di laboratorio e per ogni lotto di fornitura la rispondenza del materiale alle caratteristiche indicate in Capitolato.

Controlli in corso d'opera

Documentazione preliminare

Prima di procedere all'esecuzione l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori:

- la dichiarazione che è stata verificata l'area in cui debbono essere eseguiti i diaframmi ed è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o in caso contrario una relazione sulle misure e provvedimenti presi.
- la tipologia e le caratteristiche delle apparecchiature da utilizzare, conformi alle caratteristiche indicate in Capitolato ed alle risultanze tecniche delle specifiche operative.
- Il programma temporale dei lavori in riferimento alla realizzazione dei singoli pannelli individuati mediante il loro numero di identificazione

Controlli particolari preliminari

Prima della posa in opera dei diaframmi la Direzione Lavori avrà cura di eseguire e verbalizzare i controlli qui di seguito indicati:

- verificherà che sia stato predisposto il trasporto presso una discarica autorizzata dei materiali di risulta, oppure che gli stessi vengano accantonati in aree di deposito provvisorie in attesa di riutilizzo;
- controllerà la conformità del piano di lavoro per le attrezzature e dei cordoli guida a quanto indicato in Capitolato.

Controlli in corso d'opera sugli scavi

Per quanto riguarda le verifiche sulle conformità, rispetto al progetto, delle dimensioni e delle posizioni dei diaframmi realizzati e delle loro opere accessorie, varranno le tolleranze precedentemente riportate. Durante l'esecuzione degli scavi la Direzione Lavori dovrà effettuare i seguenti controlli:

- Controllo che ogni lotto di fango stabilizzante impiegato provenga da un fornitore qualificato.
- A perforazione avvenuta controllo che il fango di stabilizzazione abbia una densità non superiore a 1,15 t/m³. Il controllo sarà eseguito per ogni pannello gettato e dovrà essere certificato da un laboratorio ufficiale o autorizzato. I certificati saranno allegati al giornale dei lavori.
- Controllo delle dimensioni di ogni scavo eseguito e della sua conformità al progetto e, in particolare per le lunghezze dei pannelli, alle misure previste da progetto. Si dovrà inoltre controllare la verticalità dello scavo secondo le metodologie prescritte nei punti precedenti.

Controlli sui getti in opera

Durante l'esecuzione dei getti del conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti e verbalizzati i seguenti controlli:

- Verifica della conformità del calcestruzzo e dell'armatura.

- Accertamento dello spessore massimo di detriti sul fondo dello scavo.
- Verifica della verticalità dei dispositivi di formazione dei giunti dei pannelli.
- Verifica della predisposizione dei tubi necessari alla prova sonica nei pannelli designati a tale prova
- Controllo della conformità delle modalità di getto del conglomerato.

In particolare si dovranno verificare: la distanza dal fondo del tubo di convogliamento in fase di inizio getto, l'immersione del tubo di convogliamento nel conglomerato durante la risalita di questo, la portata del getto, il tempo di gettata, che non si verifichi nessuna sospensione del getto fino al rigetto della totalità del conglomerato contaminato dal fango di bentonite.

N.2.6 Prove di carico

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. Si definiscono:

- Prove di collaudo le prove effettuate su pannelli facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio.
- Prove a carico limite le prove effettuate su pannelli appositamente predisposti all'esterno della fondazione, spinte fino a carichi di rottura del sistema pannello-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5 - 3 volte il carico di esercizio.

Normative e specifiche di riferimento

ASTM D11 43-81: "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load"

Scelta dei pannelli 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. L'Appaltatore, comunque, dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pannelli e comunque almeno un pannello per ogni opera. Le caratteristiche dei pannelli di prova (lunghezza, dimensioni, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, etc.) devono essere del tutto simili a quelli delle fondazioni dimensionate in fase di progetto.

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 $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ o $P_{prova} = P_{lim}$ ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme fondazione-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto agli assi del pannello. I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno

corredati da un certificato di taratura recente (≈ 3 mesi). Nel caso di impiego di più martinetti occorre che i martinetti siano uguali e che l'alimentazione del circuito idraulico sia unica. La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova: $M \geq 1.2 P_{\text{prova}} / g = 0.12 P_{\text{prova}}$. La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia. In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con pannelli di contrasto, dimensionati a trazione o con 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). Qualora sia richiesto l'uso di una centralina idrodinamica 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 microprocessore 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 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' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 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 $\approx 120^\circ$ 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 mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti. 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 della 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.

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 $\Phi 50 \text{ mm}$ 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 P_{es} . 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 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: Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico prova P_{prova} (o P_{lim}). In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b". Il carico P_{prova} quando è minore di P_{lim} 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 $t = 60'$. Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni: cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - \delta P$), cedimento (P_{lim}) $\geq 0.10 s$, ove s indica lo spessore del pannello.

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, 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 ("verbale")).
- 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, diametro);
- 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.

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 sarà definito dal progettista. 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.

N.3 Tiranti di ancoraggio

N.3.1 Generalità

I tiranti di ancoraggio potranno essere di due tipi, a seconda della funzione che dovranno svolgere: saranno di tipo "passivo" se lo scopo è unicamente quello di ancorare il manufatto al terreno stabile; saranno di tipo "attivo" se, oltre all'ancoraggio del manufatto, risulta necessario provvedere anche a migliorare il comportamento del terreno.

N.3.2 Caratteristiche dei materiali

L'armatura dei tiranti passivi potrà essere costituita o da barre in acciaio ad aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento del diametro minimo di 26 mm, o da tubi metallici AQ55 del diametro esterno non inferiore a 60 mm e spessore non inferiore a 6 mm, muniti di valvole ad interasse non superiore a 50 cm.

L'ancoraggio sarà realizzato con filettatura del tipo rullato a piastre in acciaio delle dimensioni minime di 200x200x10 mm.

L'armatura dei tiranti attivi potrà essere costituita o da barre in acciaio ad aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento del diametro minimo di 26 mm o da trefoli, trecce e fili in acciaio con caratteristiche rispondenti alle norme del D.M. 14 febbraio 1992 Capo I art. 2.3.

L'ancoraggio sarà realizzato con filettatura del tipo rullato (armatura in barre) o tramite morsetti ad alta resistenza (armatura in trefoli) a piastre in acciaio delle dimensioni minime di 200x200x10 mm e comunque tali da trasmettere al calcestruzzo o alla roccia sollecitazioni inferiori alla tensione massima ammissibile a compressione del materiale.

I tiranti attivi dovranno essere rivestiti per tutta loro lunghezza, e quindi sia per la parte di fondazione che per quella scorrevole, da una guaina in plastica. La guaina dovrà essere del tipo fortemente corrugato, ad alto spessore, in modo da garantire, oltre ad una perfetta impermeabilità e una notevole protezione, anche una elevata resistenza meccanica e un perfetto immorsamento dei due strati di iniezione.

Il tratto di armatura più vicino all'ancoraggio dovrà essere opportunamente trattato mediante viplatura ed ingrassaggio.

Il tampone di separazione tra la parte libera e la fondazione dovrà essere realizzato con resina poliestere insatura a due componenti, tale da garantire elevata resistenza meccanica, perfetta impermeabilità ed alta duttilità.

La malta da utilizzare sia nell'iniezione primaria che in quella secondaria dovrà essere di tipo speciale a ritiro controllato, o leggermente espansiva; in ogni caso non dovrà essere aggressiva per l'acciaio.

La malta dovrà essere dosata con un minimo di 7 kN (7 q.li) di cemento R425 e presentare la resistenza caratteristica prevista dal dimensionamento di progetto

N.3.3 Modalità esecutive

I tiranti andranno eseguiti mediante perforazione a rotazione o rotopercussione del diametro minimo di 120 mm con eventuale rivestimento provvisorio, se necessario. Terminata la perforazione verrà infilato nel foro il tirante, che, nel tratto aderente, dovrà avere opportuni distanziatori, in grado di creare alternativamente ingrossamenti e strozzature e di migliorare così l'aderenza dell'armatura alla malta di iniezione.

Posizionato il tirante nel foro, verrà effettuata l'iniezione primaria mediante l'apposito tubo, lungo quanto il tirante stesso, che dovrà immettere la malta nella perforazione a cominciare dal fondo, espellendo totalmente le eventuali bolle d'aria e realizzando una iniezione cosiddetta "in controcorrente". Una volta indurita la malta, il tirante (se di tipo attivo) potrà essere messo in tensione, previo montaggio della testa di ancoraggio; effettuata la tensione si dovrà procedere al più presto all'iniezione secondaria, da effettuarsi mediante l'apposito tubo, lungo solo quanto la parte scorrevole del tirante.

Al termine delle operazioni, la piastra di ancoraggio andrà opportunamente protetta e ricoperta.

N.3.4 Prove di accettazione, controllo e collaudo

Prima dell'esecuzione dei tiranti di ancoraggio, dovranno essere preventivamente messi in opera degli "ancoraggi preliminari di prova" da sottoporre a prova secondo le modalità previste dalle raccomandazioni AICAP, al fine di verificare il dimensionamento definitivo dei tiranti da eseguire ed alla determinazione della forza limite ultima della fondazione.

Vengono sinteticamente riportate nel seguito le prescrizioni generali da adottare in fase di predisposizione e controllo dei tiranti d'ancoraggio, mentre per tutte le specifiche di dettaglio complete si rimanda alla pubblicazione edita da AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni".

Ancoraggi preliminari di prova

Gli "ancoraggi preliminari di prova" saranno realizzati nello stesso sito e con lo stesso sistema di perforazione di quelli definitivi ed essendo sottoposti a prove distruttive non saranno pertanto utilizzabili per impieghi successivi. Per mezzo di tali ancoraggi sarà possibile, grazie al loro comportamento durante le prove, procedere al dimensionamento definitivo e determinare quindi la forza di esercizio N_{es} dei tiranti.

Prove sui tiranti d'ancoraggio

Per ogni tipo di tirante e per ogni tipo di terreno, per determinare la forza limite ultima N_{au} e per verificare la forza di esercizio N_{es} , occorre sottoporre a prove preliminari una coppia di tiranti ogni 100 tiranti da realizzare o frazione di 100.

Modalità generali di prova sui tiranti d'ancoraggio

Il primo tirante della coppia avrà lo scopo di determinare la forza limite ultima di fondazione N_{au} ed avrà quindi armatura sovradimensionata, mentre il secondo tirante avrà lo scopo, oltre che di confermare i dati del primo, di verificare la forza di esercizio N_{es} , di controllare il comportamento nel tempo e di stabilire i criteri di accettazione per il collaudo dei tiranti da eseguire. Quest'ultimo tirante dovrà essere pertanto uguale ai tiranti da eseguire ed il percorso di carico verrà prescritto per il collaudo di tutti gli altri tiranti da eseguire.

Esecuzione, prova e valutazione del primo tirante

La prova comprende le seguenti fasi:

- tesatura fino ad una forza pari a $0.1 \times N'_{su}$ (N'_{su} forza limite ultima armatura impiegata);
- tesatura per incrementi di carico pari a $0.1 \times N'_{su}$ fino ad una forza uguale a $0.85 \times N'_{su}$;
- per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di 15 min, per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, 60 min per terreni coesivi;
- tracciamento del diagramma forze-allungamenti al termine della prova e determinazione della forza limite ultima del tirante.

In base alla forza limite ultima ricavata ed ai valori dei coefficienti di sicurezza previsti viene confermata o corretta la lunghezza della fondazione originariamente prevista.

Esecuzione, prova e valutazione del secondo tirante

Il secondo tirante dovrà avere armatura e caratteristiche uguali a quelle dei tiranti da realizzare e lunghezza di fondazione o forza di esercizio stabilita in base ai risultati della prova sul primo tirante.

La prova comprende le seguenti fasi:

- tesatura fino ad una forza pari a $N_0 = 0.1 \times N_{es}$
- tesatura fino al valore della forza di collaudo $N_c = 1.2 \times N_{es}$
- sosta per 5 min in roccia o terreni non coesivi e 15 min per terreni coesivi, con misura dell'allungamento;
- scarico fino alla forza N_0 con misura dell'allungamento;
- ricarico fino alla forza N_{es} con misura dell'allungamento;
- bloccaggio e sosta di durata prevista in progetto (minimo 72 ore) e misura della forza N_r al termine della sosta allo bloccaggio;
- tesatura ad un valore della forza pari a 0.85 volte la forza limite ultima e misura allungamento;
- sosta a forza costante pari a $0.85 \times N_{au}$ per 15 min, per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, 60 min per terreni coesivi e misura dell'allungamento finale;

L'accettabilità della prova e la conferma dei dati ricavati con la verifica sul primo tirante, saranno subordinate al soddisfacimento delle specifiche condizioni riportate nelle citate raccomandazioni AICAP.

I dati ricavati dalle prove sui tiranti preliminari servono anche per il collaudo dei tiranti da eseguire.

Collaudo dei tiranti

Il collaudo consiste nella tesatura non distruttiva di ogni singolo tirante (condizione da rispettare quando il numero è superiore a 30) secondo un ciclo semplice di carico e scarico da eseguirsi secondo le seguenti modalità:

- forza di collaudo $N_c = 1.2 \times N_{es}$
- tesatura a partire da N_o fino a N_c misurando il corrispondente allungamento
- la forza N_c o l'allungamento devono essere mantenuti costanti per un periodo di 15 min, per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, 60 min per terreni coesivi
- al termine del periodo, determinazione dell'incremento di allungamento o riduzione della forza e scaricamento del tirante fino alla forza N_o rilevando l'allungamento permanente
- tesatura fino alla forza prevista in progetto
- al termine della prova, bloccaggio alla forza prevista in progetto

Per le condizioni di accettabilità della prova di collaudo occorrerà fare riferimento alle specifiche indicazioni riportate nelle citate raccomandazioni AICAP. Qualora le prove sopracitate risultassero, anche solo parzialmente, negative, la D.L. rifiuterà l'opera ordinando a suo insindacabile giudizio opere e provvedimenti riparatori. Tali interventi saranno a totale carico dell'Impresa.

Per l'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo, si farà inoltre riferimento alle specifiche norme geotecniche di cui alla legge n° 64/1974.

O) Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato

O.1 Generalità

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104, dal DM 14.01.2008 e ogni altra disposizione in materia.

Il sistema di attestazione della conformità dei manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovrà essere congruente con le indicazioni contenute nel Decreto del Ministero delle Infrastrutture 11 aprile 2007.

I manufatti prefabbricati in cemento armato, siano tubazioni, canali o lastre, dovranno essere prodotti da produttori specializzati, in appositi stabilimenti approvati dalla Direzione Lavori, con tecnologia di fabbricazione in grado di garantire la ripetibilità del prodotto e di assicurare l'uniformità delle caratteristiche geometriche e fisiche e del grado di costipamento in ogni punto del manufatto.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal DM 14.01.2008 e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

I materiali per il confezionamento del calcestruzzo, i semilavorati e gli accessori per la prefabbricazione dei manufatti dovranno essere conformi alle normative di legge attualmente in vigore e alle normative CEE e UNI relative alla fabbricazione dei singoli prodotti.

O.2 Unioni e 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.

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 del giunto.

O.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 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 $(8 + l/300)$ cm, essendo "l" la luce netta della trave in centimetri.

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 azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

O.4 Posa in opera

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.

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.

La corrispondenza dei manufatti al progetto e 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.

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.

O.5 Tubazioni circolari in calcestruzzo armato su sella continua con guarnizione incorporata a tenuta garantita

Per le tubazioni circolari in c.a. si intende compresa la fornitura e la posa in opera di tubazioni prefabbricate in calcestruzzo $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ armate con armatura atta ad assicurare la resistenza allo schiacciamento previsto per strade di prima categoria, a sezione circolare, con incastro in spessore o a bicchiere e sistema di giunzione per mezzo di guarnizione di tenuta incorporata nel getto avente "shore" adeguato alla dimensione del tubo e conforme alle norme UNI EN 681-1. La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa.

Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere al Progetto di Norma U73.04.096.0. ed alle UNI 11417, UNI EN 206 e DM 12 dicembre 1985 e circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e D.M. 14 febbraio 1992, esenti da fori passanti, poste in opera su sella d'appoggio continua in cls o materiale autocostipante, in grado di garantire una superficie d'appoggio che si adatti il più possibile alla superficie esterna del tubo, su tutta la lunghezza dell'elemento compresi gli eventuali rinfianchi e l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di apparecchiature laser. Non saranno ammesse pertanto zone vuote, o cavità, o grandi bolle affioranti sulla superficie di contatto.

La tubazione ed il relativo giunto dovranno garantire inoltre la resistenza alla corrosione derivante da eventuali correnti vaganti che dovessero formarsi nell'intera area di posa delle tubazioni stesse; deve essere inoltre garantito un ottimo copriferro in quanto la passività dell'acciaio prodotta dall'alcalinità del calcestruzzo, oltre a garantire la protezione delle armature in presenza di ossigeno e di acqua, aumenta anche la loro resistenza nei confronti delle correnti disperse.

La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che

non dovranno superare, in termini di deformazione, quelle stabilite dal progetto del giunto e dichiarate dal produttore negli appositi documenti di produzione. Nessun sigillante o malta potrà essere introdotta nel giunto per assicurarne la tenuta, che dovrà invece dipendere dalla geometria di maschio e femmina, dalla sezione della guarnizione e dalla qualità della gomma.

Al fine di verificare in opera la tenuta idraulica delle giunzioni, dovrà essere sempre a disposizione della D.L. una prova giunti in grado di collaudare (0,5 bar) la qualità delle giunzioni stesse e del sistema di posa.

Le tubazioni dovranno avere una classe di resistenza allo schiacciamento non inferiore a:

- da DN 300 mm a 700 mm 135 kN/m²,
- da DN 800 mm a 1200 mm 110 kN/m²,
- da DN 1300 mm a 1600 mm 100 kN/m²,
- oltre DN 1600 mm 190 kN/m².

Il carico minimo di schiacciamento per unità di lunghezza sarà ricavato moltiplicando la classe di resistenza per un millesimo del diametro nominale interno.

Il rinterro della tubazione dovrà essere realizzato con materiale granulare omogeneo, anche proveniente dagli scavi, purché liberato dalle pietre di dimensioni superiori a 50 mm, dalle zolle, dai materiali organici e da elementi estranei alla natura del terreno. Il rinterro dovrà sempre avvenire mediante compattazione a strati orizzontali di spessore compreso fra 250 e 300 mm. La compattazione dovrà essere eseguita mediante piastre vibranti regolabili, di potenza media. Al fine di assicurare il contributo delle spinte laterali del terreno alla capacità portante del tubo, la compattazione dovrà al minimo oltrepassare l'estradosso superiore del tubo di 300 mm.

L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente.

Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di rinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033 e le ATV A127.

La fornitura delle tubazioni dovrà essere corredata dai documenti di produzione e dalle registrazioni di controllo e collaudo.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo dovrà essere accuratamente pulito da qualunque materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno.

P) Opere a verde

P.1 Generalità

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al

collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

- **Garanzia d'attecchimento**

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

P.2 Preparazione del terreno

- **Caratteristiche dei materiali**

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

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

- **Modalità esecutive**

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suolo potrà

limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee o delle piantine, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0,8 N/m² (8 q per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0,4 N/m² (4 q per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0,3 N/m² (3 q per ettaro).

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui si è detto poco sopra.

Quando l'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito e, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

P.3 Trasporto del materiale vegetale

L'Appaltatore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie affinché le piante arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei con particolare attenzione perché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi a causa dei sobbalzi o per il peso del materiale soprastante.

Giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno: il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile.

In particolare l'Appaltatore curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

L'estrazione delle piante dal vivaio dovrà essere fatta con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondarie con le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale, evitando di ferire le piante.

Nei casi in cui si debbano sollevare alberi tramite cinghie (di materiale resistente al carico da sollevare, con larghezza di 30 – 50 cm), queste dovranno agganciare la zolla, se necessario anche il fusto (in casi in cui la chioma sia molto pesante o il fusto eccessivamente lungo), in questo caso, a protezione della corteccia del tronco, fra la cinghia e il fusto andranno interposte delle fasce di canapa o degli stracci per evitare l'abrasione. La chioma dovrà appoggiare, per evitare l'auto schiacciamento, su cavalletti ben fissati al veicolo. Occorre prestare attenzione a non provocare colpi o vibrazioni forti all'imbracatura. In casi eccezionali, previa approvazione della Direzione dei Lavori, gli esemplari potranno essere sollevati tramite perni infissi nel tronco o passanti da parte a parte.

Prima della rimozione dal vivaio e durante tutte le fasi di trasporto e messa a dimora, i rami delle piante dovranno essere legati per proteggerli durante le manipolazioni. Le legature andranno fatte con nastro di colore ben visibile.

L'accatastamento in cantiere non può durare più di 48 ore, poi è necessario che vengano posizionate in un vivaio provvisorio posto in un luogo ombroso, riparato dal vento, dal ristagno d'acqua, con i pani di terra l'uno contro l'altro, bagnati e coperti con sabbia, segatura, pula di riso o paglia, avendo estrema cura che il materiale vegetale non venga danneggiato.

L'Appaltatore si dovrà assicurare che le zolle o le radici delle piante non subiscano ustioni e che mantengano un adeguato e costante tenore di umidità. Per le conifere e tutte le piante in vegetazione andranno sciolte le legature dei rami, per evitare danni alla chioma, per poi essere nuovamente legate quando l'Appaltatore è pronto per la messa a dimora definitiva.

P.4 Sementi

L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Qualora la miscela non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere alla presenza della Direzione dei Lavori e dovrà rispettare accuratamente le percentuali stabilite dal progetto (le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi); sarà cura dell'Appaltatore preparare e mescolare in modo uniforme le diverse qualità di semi.

La semina dovrà essere realizzata solo dopo l'autorizzazione della Direzione dei Lavori sul miscuglio delle sementi, che provvederà all'approvazione dei materiali da impiegare ed al controllo in fase esecutiva.

P.5 Piante autoctone pronto effetto

Per piante in senso generale si intende tutto il materiale vegetale vivo di pronta utilizzazione, proveniente da vivai appositamente autorizzati.

Tutte le piante scelte e impiegate dovranno essere esenti da difetti e imperfezioni, nonché, prive di manifestazioni di attacchi di insetti, funghi, virus ed altri agenti patogeni. Dovranno inoltre soddisfare pienamente i requisiti di progetto: a questo proposito la Direzione dei Lavori dovrà effettuare un controllo delle piante prima della loro messa in opera, con facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche generali elencate ed a quelle specifiche di successiva elencazione.

Riguardo alle caratteristiche tecniche di fornitura si consideri che:

- le piante devono avere subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni e da almeno uno) in base alle seguenti indicazioni: specie a foglia caduca, fino alla circonferenza di 12-15 cm almeno un trapianto.

Le piante a foglia caduca, in relazione alle specie, alla stagione, e a quanto concordato con la Direzione dei Lavori, potranno essere fornite dall'Appaltatore per la messa a dimora a "radice nuda" o con "zolla" (pane di terra a protezione delle radici);

Nel caso che, successivamente al trasporto sul cantiere, le piante non possano essere messe prontamente a dimora, risultano a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla loro adeguata conservazione e protezione.

Durante le fasi di trasporto, scarico e maneggio a qualunque titolo delle piante andranno prese tutte le precauzioni atte ad evitare loro qualsiasi tipo di danno per mantenerne le migliori condizioni vegetazionali, provvedendo ad es. nel caso più semplice, se la stagione lo richiede, alle necessarie innaffiature.

Nell'esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piantine, dovrà rispettare il sesto d'impianto indicato dagli specifici elaborati di progetto.

Resta comunque a carico dell'Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito fino all'emissione del certificato di collaudo definitivo dell'opera.

P.6 Piantine forestali autoctone

Per la piantagione delle piantine forestali, l'Impresa eseguirà i lavori preferibilmente nel periodo di riposo vegetativo o nella primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali ed esigenze di cantiere. Resta comunque a carico dell'Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito fino all'emissione del certificato di collaudo definitivo dell'opera.

Per quanto concerne le piantine forestali, l'operazione d'impianto dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le radici, né il fusto, né la chioma e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una sorta di invaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia. A riguardo, in luogo alla singola formella attorno a ciascuna pianta, potrà essere realizzato un solco lungo l'intera fila di piante per facilitare le operazioni di irrigazione. Nell'operazione d'impianto si deve provvedere alla prima irrigazione con circa 10 l per pianta.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da materiali, tali da consentire la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari adacquamenti, mantenendo la zolla / pane di terra umidi.

Nell'esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piantine, dovrà rispettare il sesto d'impianto indicato dagli specifici elaborati di progetto.

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. controllerà la corrispondenza dei materiali vegetali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine fino all'emissione del certificato di collaudo definitivo dell'opera. Prima del collaudo dovrà dunque essere verificato l'effettivo attecchimento delle piantine. Qualora la Direzione Lavori accerti la presenza di fallanze, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata alla loro sostituzione prima dell'emissione del collaudo. Il materiale vegetale di sostituzione dovrà avere le medesime caratteristiche e modalità di posa previsti dal presente Capitolato.

P.7 Piantagione di arbusti

A radice nuda, in zolla, in contenitore, in fitocella

L'azione di rinforzo della vegetazione arbustiva si esercita a profondità variabili da qualche decimetro fino a circa 1,5 m.

Su superfici di bassa pendenza tale tecnica può essere applicata anche da sola; su superfici più ripide può essere abbinata ad altri tipi di intervento per integrarne gli effetti stabilizzanti. In quest'ultimo caso gli arbusti sono messi a dimora insieme all'impiego di talee, stuoie, rivestimenti vari, grate, palificate, terre rinforzate, ecc.

Si tratta della fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 2-10 m² aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Nella disposizione a siepe la quantità dovrà essere stimata al metro lineare, normalmente da 3 a 10 arbusti per metro.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Nei primi anni potrebbero essere necessari un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati arbusti a radice nuda o reperiti in loco. Nell'arco di 3-7 anni sono da prevedere interventi ordinari di potatura sulle sponde per mantenere flessibili i rami e non creare ingombro nell'alveo.

Nelle zone soggette a siccità estiva prolungata, va valutata la possibilità di impiegare ritenitori idrici a base di polimeri, il cui impiego però presenta le note controindicazioni legate alla pressione osmotica (il polimero estrae acqua dalle radici) se non viene ripristinata l'irrigazione nel momento giusto.

P.8 Piantagione di alberi

A radice nuda, in zolla, in contenitore, in fitocella

Fornitura e messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 5-30 m², aventi altezza minima compresa tra 0,50 e 1,50 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori.

Le piante a radice nuda, utilizzabili prevalentemente in ambito montano, potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, vasetto o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi, tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Nei terreni privi di suolo organico sarà necessario preparare delle buche nel substrato minerale e riempirlo con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero della serie dinamica della vegetazione potenziale del sito.

Nei primi anni potrebbe essere necessaria un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati alberi a radice nuda.

Q) Aree Attrezzate

Q.1 Aree Giochi

Area giochi "**depositi morenici**" Costruzione di area giochi costituita da superficie antitrauma di base in strato di sabbia spessore cm. 30 su feltro di fondo, con soprastante strato di ciottoli di fiume, varie pezzature.

Inerti: sabbia di fiume, lavata e vagliata

Area giochi tipo "**Messy materials**" Costruzione di area giochi costituita da superficie antitrauma di base in strato di sabbia spessore cm. 30 su feltro di fondo, perimetrata da circonferenza in tronchi appoggiati e fissati al terreno di diametro complessivo m.8, contenente elementi in legno anche disomogenei per dimensione e forma, derivati da tronchi e grossi rami, atti ad essere assemblati per la realizzazione di capanne e costruzioni varie; numero minimo di elementi 50

Area giochi tipo "**Struttura tridimensionale di tronchi**" Costruzione di area gioco costituita da superficie antitrauma di base in strato di sabbia spessore cm. 30 su feltro di fondo, insieme di tronchi o pali in legno di castagno o conifera scortecciati, leggermente lavorati sulle sezioni ed assemblati mediante segmenti in acciaio inox a formare una struttura fruibile; numero minimo di elementi 14

Legname di provenienza anche forestale, varie sezioni e lunghezze. Riferimento prezzo listino: Grossa orditura di tetto in legno di abete, fornita e posta in opera, lavorata all'ascia e alla sega, compreso la grossa chioderia e l'eventuale occorrente ferramenta di staffatura nonché la spalmatura con carbolineum o simili delle parti da murare: struttura semplice

Area giochi tipo "**pali verticali**" Costruzione di area giochi costituita da superficie antitrauma

di base in strato di sabbia spessore cm. 30 su feltro di fondo, n.20 pali in legno di castagno o conifera scortecciati, idoneamente trattati alla base, interrati in apposito foro opportunamente drenato con ghiaia grossa, idonei a reggere la tensione di funi e slackline; altezza media m.5

Legname di provenienza anche forestale, varie sezioni e lunghezze. Riferimento prezzo listino: Grossa orditura di tetto in legno di abete, fornita e posta in opera, lavorata all'ascia e alla sega, compreso la grossa chioderia e l'eventuale occorrente ferramenta di staffatura nonché la spalmatura con carbolineum o simili delle parti da murare: struttura semplice.

Area giochi tipo "scala di tronchi": Costruzione di area giochi costituita da pali in legno di castagno o conifera scortecciati, idoneamente trattati alla base, interrati in apposito foro opportunamente drenato con ghiaia grossa, leggera lavorazione degli spigoli sezionati, ubicati lungo il pendio perimetrale

Legname di provenienza anche forestale, varie sezioni e lunghezze. Riferimento prezzo listino: Grossa orditura di tetto in legno di abete, fornita e posta in opera, lavorata all'ascia e alla sega, compreso la grossa chioderia e l'eventuale occorrente ferramenta di staffatura nonché la spalmatura con carbolineum o simili delle parti da murare: struttura semplice

Q.2 Area di Sosta

Preparazione e bonifica del piano di posa della fondazione stradale mediante la stabilizzazione a calce da eseguirsi con legante idraulico per uno spessore finito di 50 cm. La stabilizzazione dovrà essere eseguita con l'apporto di ossido e/o idrossido di calcio micronizzato, in idonea percentuale in peso rispetto alla terra, previa elaborazione della miscela ottimale, fino a raggiungere i valori richiesti di addensamento e modulo di deformazione; compreso la stesa e miscelazione della calce, le prove di laboratorio ed in sito durante il trattamento e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Compresa la protezione dello strato superficiale del terreno stabilizzato con emulsioni bituminose e graniglia.

Realizzazione di rete di scarico con tubazioni in pvc rigido, forniti e posti in opera, con giunto ed anello elastomerico di tenuta per condotte di scarico interrate, conformi alle norme UNI EN 1401, compreso e compensato nel prezzo ogni onere per la posa in opera compresa la formazione del letto di posa e del rinfiango in cls (C 15/20) e la realizzazione della protezione superiore i cls nei tratti a quota superiore -100 cm rispetto al piano finito . SN 8, diametro 315 mm.

Pozzetti per caditoia stradale sifonata, prefabbricata in calcestruzzo, da giuntare con malta cementizia e da rinfiangere di dimensioni cm 50 x 50 con sifone interno Elementi prodotti da azienda in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001: 2000 certificato da ICMQ. Fornito senza griglia, posto in opera compreso ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, cc. incluso scavo, rinfiango con calcestruzzo e reinterro.

Conglomerato bituminoso (BINDER CHIUSO) per pavimentazioni costituito da pietrisco 5-15 mm, sabbia e filler, impastato a caldo in apposito impianto, con bitume in ragione del 5-6% in peso; steso in opera con vibrofinitrice meccanica in strato dello spessore compreso finito di cm 7, compresa la rullatura. Il tutto in opera compresi tutti gli oneri relativi alla segnalazione dei lavori in ambito stradale e quant'altro necessario per dare il tutto finito a perfetta regola d'arte. Valutato per mq di superficie stradale.

Fondazione stradale in misto cementato ottenuto dalla miscelazione di misto granulare con cemento.

Conglomerato idraulico costituito da un misto granulare di ghiaino (o pietrisco) e sabbia e impastato con cemento e acqua.

- perdita in peso Los Angeles (LA) < 30 %;
- dimensione massima degli elementi inferiore a 40 mm. II cemento utilizzato è del tipo CEM II/A-L, classe 32.5 R (norma Uni En 197-1). SPESSORE 15 CM

Barriera parcheggio realizzata in pali di castagno decortinati, costituita da corrimano, diametro 15 cm, e traversi, diametro 15 cm, posti ad interasse di 1,5 m, altezza fuori terra 1,5 m, con trattamento imputrescibile nella parte interrata, incluso ferramenta di assemblaggio in acciaio zincato, plinto di fondazione di sezione 30 x 30 x 30 cm, scavo e riporto per la realizzazione del plinto stesso, materiali e attrezzature necessarie per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte; valutate al m di lunghezza della barriera. Staccionata realizzata a Croce di Sant'Andrea in pali di castagno decortinati, costituita da corrimano, diametro 10/12 cm, e diagonali, diametro 8/10 cm, posti ad interasse di 1,5 m, altezza fuori terra 1 m, con trattamento imputrescibile nella parte interrata, incluso ferramenta di assemblaggio in acciaio zincato, plinto di fondazione di sezione 30 x 30 x 30 cm, scavo e riporto per la realizzazione del plinto stesso, materiali e attrezzature necessarie per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte; valutate al m di lunghezza della staccionata.

Pavimentazione in calcestre e pietra naturale ottenuta con l'impiego di graniglia derivata dalla frantumazione di rocce calcaree (calcestre) disposta in strati successivi secondo le seguenti modalità: un primo strato di 4 cm di pezzatura 12-6 mm, deguatamente bagnata e costipata con almento due rullature; un secondo strato di 4 cm, pezzatura 6 - 3 mm, realizzata come sopra con almento 4 rullature; uno strato finale di 2 cm pezzatura inferiore a 3 mm, realizzata come sopra con almeno 8 rullature. Il prezzo comprende fornitura e stesa in luogo dei materiali, il nolo delle macchine operatrici nonché il personale necessario per integrare e completare le operazioni meccaniche.

Q.3 Segnaletica

Pannelli didattici: Fornitura e posa di pannelli didattici in alluminio serigrafato, compreso struttura di sostegno in legno, compreso progetto grafico e stampa.

R) Opere di finitura

R.1 Intonacatura

R.1.1 Generalità

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimosso dai giunti delle murature la malta poco aderente e dopo aver ripulito e abbondantemente bagnato la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti rifatti dall'Impresa a sue spese. Ad opera finita dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori. Gli spigoli sporgenti saranno rinforzati e protetti da opportuni angolari metallici.

R.1.2 Caratteristiche dei materiali

Per quanto concerne gli inerti, l'acqua ed il cemento da usare nella preparazione delle malte per gli intonaci valgono le indicazioni riportate per i calcestruzzi.

La calce da usare nella preparazione della malte per gli intonaci dovrà essere idraulica in polvere e rispondere ai requisiti richiesti dalla Legge 26.5.1965 e dal D.M. 31.08.1972. Dovrà inoltre essere fornita in sacchi originali, con tutte le modalità di cui all'articolo 3 della Legge 26.5.1965 n.595.

I sacchi dovranno sempre, sia all'atto della fornitura che al momento dell'impiego del materiale, in perfetto stato di conservazione; sarà rifiutata la calce idraulica contenuta in sacchi che comunque presentassero manomissioni: i sacchi rifiutati dovranno essere subito allontanati dal cantiere.

La calce idraulica in polvere dovrà essere trasportata in cantiere al riparo della pioggia e dalla umidità, dovrà essere conservata in magazzini coperti ed in tavolati di legno così come prescritto per i cementi.

E' vietato l'uso di calce idraulica che presentasse grumi.

Il gesso scagliola da usare nella confezione delle miscele per le rasature a gesso, dovrà rispondere ai requisiti richiesti dalle norme UNI 8377.

R.1.3 Modalità esecutive

Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta bastarda o di cemento, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli.

Dopo che questo strato si sarà ben asciugato, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo metallico stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, cosicchè le pareti riescano per quanto possibile regolari.

Appena l'intonaco rustico avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida in modo che l'intera superficie risulta piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

La rasatura a gesso sarà lavorata e lisciata perfettamente a ferro e la superficie rasata non dovrà presentare ondulazioni o tracce in lavorazione. Gli spigoli saranno protetti da adatti rinforzi metallici.

Quando l'arricciatura in malta di cemento sarà ancora fresca, la superficie frattazzata verrà spolverata con cemento puro e poi lisciata perfettamente con frattazzo o meglio cazzuola in acciaio in modo che il cemento penetri bene nell'arricciatura e la superficie risulti liscia ed uniforme.

R.1.4 Prove di accettazione e controllo

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, effettuare prove a spese dell'Impresa sui materiali forniti e sulle lavorazioni per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate.

I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanata dal cantiere. L'Impresa dovrà altresì provvedere al rifacimento delle lavorazioni non accettate dalla Direzione Lavori. Le pareti rivestite dovranno essere abbondantemente bagnate per almeno 5 giorni dalla posa in opera, al fine di evitare la disidratazione e la formazione di fessure.

R.2 Rasatura ed impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo

Gli interventi di rasatura e impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo, di spessore non inferiore a mm 3, saranno effettuati con malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla UNI EN 1504-3 per le malte non strutturali di classe R2 e ai requisiti richiesti dalla UNI EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi MC e IR, per la protezione del calcestruzzo.

Dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- massa volumica dell'impasto 1900 kg/m³
- resistenza a compressione (UNI EN 12190) >35 MPa (a 28 gg)
- resistenza a flessione (UNI EN 196/1) >10 MPa (a 28 gg)
- modulo elastico a compressione (UNI EN 13412) >14 GPa (a 28 gg)
- adesione al supporto (UNI EN 1542) ≥2 MPa (a 28 gg)
- compatibilità termica di cicli gelo-disgelo con sali disgelanti (UNI EN 13687/1), misurata come adesione (UNI EN 1542) ≥2 MPa
- assorbimento capillare (UNI EN 13057) <0.30 kg/m²*h^{0.5}
- impermeabilità espressa come coefficiente di permeabilità all'acqua libera (UNI un 1062-3) $W < 0.05 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ – Classe III (bassa permeabilità all'acqua) secondo UNI EN 1062-1
- permeabilità al vapor acqueo – spessore d'aria equivalente (UNI EN ISO 7783-1) $S_D < 0.5 \text{ m}$ – Classe I (permeabile al vapor acqueo)

La superficie da trattare dovrà essere perfettamente pulita e solida; procedere con la bagnatura fino a saturazione del supporto e, quindi, attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso.

La malta andrà stesa con spatola in uno spessore massimo per strato di 2-3 mm; la lisciatura potrà essere fatta con la stessa spatola piana oppure con frattazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione. Se la superficie tende ad essiccarsi durante la lisciatura, occorre inumidire con acqua la spugna per facilitare lo scorrimento del frattazzino.

Dopo l'applicazione, la malta deve essere stagionata con cura, proteggendo la superficie dalla evaporazione rapida. Non applicare il prodotto con temperature inferiori a +5°C.

R.3 Tinteggiatura e verniciatura

La preparazione del fondo di superfici murarie interne deve essere eseguita mediante l'applicazione a pennello di isolante acrilico all'acqua. Il fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, deve essere ugualmente applicato a pennello. La tinteggiatura, con idropittura lavabile per superfici interne e traspirante per superfici esterne, dovrà essere eseguita con tre mani a coprire.

Per infissi e opere in ferro di carpenteria metallica per materiale classificato nelle norme del 04/02/2008 con i gradi da S325 a S460, deve essere applicato un fondo antiruggine al minio di piombo applicato a pennello su superfici già preparate. La verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, deve essere applicata a pennello in due mani a coprire mediante smalto oleosintetico opaco.

S) Opere stradali

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi.

Il fondo dello scavo di cassonetto dovrà essere rullato e regolarizzato prima dell'esecuzione delle pavimentazioni.

I materiali dovranno rispondere ai requisiti sotto indicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.

Il sistema di attestazione della conformità di tutti i materiali (pietrame, pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi, ghiaie, ghiaietti bitumi ed emulsioni bituminose) dovrà essere congruente con la normativa vigente in materia.

S.1 Fondazione stradali in misto granulare stabilizzato

S.1.1 Generalità

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Lo strato di separazione e filtrazione fra terreno di fondazione e materiale di riporto per cassonetti stradali deve essere geotessile tipo non tessuto a trama e ordito in prolipropilene stabilizzato ai raggi UV, costituito da bandelle di larghezza costante regolarmente intrecciate fra loro con portata peso minimo 500 g/mq, resistenza a trazione 120 kN/m, allungamento a rottura del 13%, idraulica minima di 14 l/mq/sec, testate, con norme UNI: porometria O90 di 200 micron.

S.1.2 Caratteristiche dei materiali

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

- 1) l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

filler	10%
sabbia tonda 0.2 mm	10%
pietrischetto frantumato 0-3 mm	42%
pietrischetto frantumato 3-6 mm	19%
pietrischetto frantumato 6-12 mm	<u>19%</u>
	<u>100</u>

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0.0075 ed il passante 0.4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 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 6;
- 6) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. è inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +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 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

S.1.3 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle 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 dall'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

S.1.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

S.2 Conglomerato bituminoso per strati di base

S.2.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

S.2.2 Caratteristiche dei materiali

Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n° 27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0.18 (ASTM n° 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0.075 (ASTM n° 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Bitume

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25 °C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47 °C e 56 °C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n° 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n° 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n° 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n° 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n° 50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1.0 e +1.0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C - 25 °C

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25 °C.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60

Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0.4	6 - 20
Setaccio 0.18	4 - 14
Setaccio 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3.5% e il 4.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n° 30 (15.03.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7.0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

S.2.3 Modalità esecutive

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, e quella del legante tra 150 e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

S.2.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, L'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1.5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0.3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n° 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n° 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

S.3 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder)

S.3.1 Generalità

Lo strato di collegamento (binder) della sovrastruttura stradale è costituito da uno strato di conglomerato bituminoso steso a caldo.

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

S.3.2 Caratteristiche dei materiali

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65-100
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.4	7-25
Setaccio 0.18	5-15
Setaccio 0.075	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% 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 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9.0 kN (900 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento, 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.

S.3.3 Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

S.3.4 Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

S.4 Conglomerato bituminoso per strati di usura

S.4.1 Generalità

Lo strato superiore di usura della sovrastruttura stradale è costituita da uno strato di conglomerato bituminoso steso a caldo.

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

S.4.2 Caratteristiche dei materiali

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm² (1400 kgf/cm²), nonché resistenza alla usura minima 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

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

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T176, 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.

Legante

Il bitume per gli strati di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70-100
Crivello 5	43-67
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0,4	12-24
Setaccio 0.18	7-15
Setaccio 0.075	6-11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n° 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) 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 impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/sec.

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.

S.4.3 Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

S.4.4 Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

S.5 Pavimentazioni in calcestre

Pavimentazione superficiale ottenuta con l'impiego di graniglia derivata dalla frantumazione di rocce calcaree.

Tale pavimentazione sarà disposta in strati successivi secondo le seguenti modalità:

- un primo strato (spessori e pezzature indicate negli elaborati di progetto) adeguatamente bagnata e costipata con almeno sei rullature
- un secondo strato finale (spessori e pezzature indicate negli elaborati di progetto), realizzata come sopra con almeno otto rullature.

La stesura seguirà le dovute livellette con mezzo meccanico con controllo laser continuo e automatico e si ritiene compresa la debita rullatura fino a completo assestamento con rullo vibrante di peso idoneo e livellazione superficiale manuale con inaffiatura e stracciatura finale.

La pendenza trasversale della pista in calcestre sarà quella riportata nelle tavole grafiche e, in mancanza di tale dato, si utilizzerà una pendenza dell'1%.

Lo strato di calcestre verrà posato su un'opportuna fondazione con le caratteristiche indicate nelle tavole di progetto.

S.6 Barriere stradali

Le barriere di sicurezza devono essere in acciaio S235JR (UNI EN 10025) zincato a caldo (UNI EN ISO 1461), rette, aventi livello di contenimento H1 conforme al DM 18 febbraio 1992 n. 223 e successive modifiche (DM 03/06/98 e DM 11/06/99), posizionate su terreno (bordo laterale), e sottoposte alle prove di impatto come definite dalle Autorità competenti, costituite da fascia orizzontale a doppia onda dello spessore di 3,0 mm fissate con distanziatori ai paletti di sostegno tipo SIGMA di altezza totale 1900 mm (altezza fuori terra 750 mm) ed interasse 2000 mm con tiranti posti sul retro dei pali in corrispondenza della fascia.

S.6.1 Generalità

Per l'installazione delle barriere di sicurezza dovrà essere osservata la presente normativa.

L'intervento avrà le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

Le barriere si distinguono in funzione della loro resistenza e della loro posizione sulla sede stradale (Decreto Ministero dei lavori pubblici 18 febbraio 1992 n. 223; modificato con decreto Ministero dei lavori pubblici 15 ottobre 1996; aggiornato con Decreto Ministero dei lavori pubblici 3 giugno 1998 e con Decreto Min. Infrastrutture e Trasp. del 21.06.2004).

Classificazione delle barriere di sicurezza stradale

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed i dispositivi di sicurezza si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali, in rilevato o scavo;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari quali attentatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

Finalità delle barriere e dei dispositivi

Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere devono quindi essere idonee, ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

Individuazione delle zone da proteggere

La protezione deve riguardare almeno: i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto; quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;

- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc.. Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Dei valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti:

3 m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna, $V = 70$ km/h, TGM = 1000; 10 m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, $V = 110$ km/h, TGM = 6000.

Livelli di contenimento e severità degli impatti

Viene definito convenzionalmente, ai fini della classificazione delle barriere e degli altri dispositivi, "Livello di contenimento L_c " l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, espressa da:

$$L_c = 1/2 M (v \sin \phi)^2$$

dove siano:

L_c = livello di contenimento (kJ)

M = massa del veicolo (t)

v = velocità d'impatto (m/s)

ϕ = angolo d'impatto

Viene poi definito convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, l'indice ASI (Indice di Severità dell'accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate. (D. M. 3 giugno 1998)

Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione".

L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza del eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato di omologazione"

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi devono corrispondere ad un indice ASI minore o uguale ad 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono. È ammesso un indice ASI fino a 1,4 per le barriere ed i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

Le barriere di tipo a), b), o) e d) si classificano, in relazione al livello di contenimento con tolleranza in meno pari al -5% e tolleranza in più correlata a quella ammissibile per i parametri di prova; si dovrà specificare anche la larghezza utile per la deformazione trasversale (di cui alle procedure di misurazione delle prove). Si avrà:

CLASSE N1: Contenimento minimo $L_c = 44 \text{ kJ}$

CLASSE N2: Contenimento medio $L_c = 82 \text{ kJ}$

CLASSE H1: Contenimento normale $L_c = 127 \text{ kJ}$

CLASSE H2: Contenimento elevato $L_c = 288 \text{ kJ}$

CLASSE H3: Contenimento elevatissimo $L_c = 463 \text{ kJ}$

CLASSE H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio $L_c = 572 \text{ kJ}$

Nel caso in cui la prova d'impatto viene eseguita con veicolo autoarticolato valore L_c corrispondente alla classe H4 è pari a 724 kJ.

Le barriere d) impiegate per punti singolari, quali zone di approccio ad opere d'arte e terminali di barriere o simili, non sono sempre classificabili in base a livello di contenimento specifico ed il loro impiego sarà curato dal progettista.

I terminali sono definiti come gli elementi finali di una barriera di sicurezza corrente. La loro origine, per quanto possibile, non deve essere esposta al traffico, e la loro costruzione deve rappresentare una transizione con contenimento graduale dei veicoli, da zero, all'origine, fino alle prestazioni complete, nel punto in cui si uniscono alla barriera.

Gli attenuatori d'urto hanno lo scopo di ridurre, quando necessario, la severità dell'urto di un'autovettura contro gli ostacoli, compreso anche l'inizio delle barriere.

Per essi sono definite due classi di contenimento TC1 e TC2 sempre con le stesse tolleranze menzionate precedentemente.

-Classe TC1: Attenuatori che ammettono un livello di contenimento $Lo = 320 \text{ kJ}$.

-Classe TC2: Attenuatori che ammettono un livello di contenimento $La = 500 \text{ kJ}$.

Nell'ambito di queste classi, un'ulteriore suddivisione è rappresentata dal comportamento del dispositivo nel caso di urto angolato rispetto alla linea di mezzzeria del dispositivo stesso:

Attenuatori Redirettivi (R): contengono e ridirigono i veicoli urtati;

Attenuatori Non Redirettivi (NR): contengono, ma non ridirigono i veicoli urtati.

Criteri di scelta delle barriere di sicurezza

La scelta delle barriere 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), 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.

Ai fini applicativi il traffico sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto in tre livelli (D.M. 3 giugno 1998).

Omologazione delle barriere e dei dispositivi

L'omologazione di qualsiasi tipo di dispositivo deve essere richiesta al Ministero dei Lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con domanda corredata dai seguenti documenti, in doppia copia:

- a) Progetto corredato da relazione tecnica firmata da un ingegnere contenente le caratteristiche funzionali e geometriche del manufatto, con sintesi delle risultanze delle prove sperimentali sostenute secondo quanto disposto nelle presenti norme. Nella relazione sarà indicato in particolare: nome e ragione sociale o qualifica del richiedente che propone il dispositivo; tipo e classi per le quali si richiede l'omologazione; caratteristiche specifiche che individuano il prodotto; caratteristiche dei materiali del manufatto e dei supporti opportunamente definite.
- b) La documentazione grafica completa del manufatto dovrà essere idonea alla individuazione di tutti i particolari che lo caratterizzano e delle modalità di installazione, compresa la parte iniziale e terminale (testate), le loro lunghezze minime per un corretto funzionamento e gli eventuali giunti (interruzioni intermedie); nelle barriere da bordo ponte, per esempio, si tratta dei dispositivi e/o collegamenti speciali da porsi in corrispondenza dei giunti del viadotto, che permettano le dilatazioni dell'opera d'arte.
- c) Certificazioni delle prove sostenute sul manufatto e dei materiali e delle risultanze delle stesse, tali da definire la classe di appartenenza secondo i termini dell'articolo 50.4 e 50.6, con indicazioni del comportamento nelle prove (deformazione elastica, permanente, ecc.).
- d) Ad omologazione avvenuta il titolare dell'omologazione potrà autorizzare uno o più produttori a produrre il dispositivo omologato.

Tale dispositivo per essere usato operativamente sulle strade, dovrà essere costruito da produttori specializzati e certificati in qualità secondo la circolare 2357 del 16.5.96 del Ministero dei LL. PP. e successive modifiche o sostituzioni.

In caso di barriere che abbiano già conseguito una omologazione presso uno degli stati membri della Unione Europea deve essere fornita, oltre alla omologazione già conseguita, la documentazione tecnica e la certificazione delle prove già, sostenute sul manufatto, sempreché le stesse siano state effettuate presso un Istituto autorizzato dalle autorità competenti dello Stato Membro e quindi incluso nell'elenco previsto al successivo articolo.

Ove le prove non fossero sufficienti ad attestare la rispondenza delle barriere ai requisiti minimi richiesti per l'omologazione in Italia, è facoltà dell'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale di richiedere documentazioni e prove integrative, nei limiti di quanto richiesto nel caso di prima omologazione in Italia.

Dopo aver riscontrato la rispondenza della documentazione alle istruzioni, l'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale sentito il parere del Consiglio superiore dei LL PP., rilascerà un "certificato di omologazione" con numerazione progressiva.

Il tipo di dispositivo ritenuto idoneo verrà successivamente inserito in un catalogo contenente le indicazioni di impiego.

Modalità di prova delle barriere e dei dispositivi e criteri di giudizio ai fini dell'omologazione

L'idoneità delle barriere è subordinata al superamento di prove su prototipi in scala reale, eseguite presso campi prove attrezzati, sia italiani sia esteri, purché nel rispetto di quanto richiesto nel presente articolo.

L'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale indicherà con propria circolare gli istituti autorizzati alle prove, il cui elenco potrà essere aggiornato o integrato in ragione di motivate domande di autorizzazione.

In detto elenco sono inseriti di diritto tutti gli istituti esteri autorizzati dalle proprie autorità competenti all'esecuzione di prove di verifica, ai fini del rilascio della certificazione di idoneità tecnica delle barriere di sicurezza stradale.

Le modalità delle prove, il numero e le caratteristiche dei veicoli da impiegare, nonché le altre condizioni richieste per l'accettazione dovranno rispondere alle disposizioni di cui all'allegato "Prescrizioni tecniche per le prove delle barriere e dei dispositivi di sicurezza stradale ai fini dell'omologazione". (D. M. 3 giugno 1998).

Dette prescrizioni saranno soggette ad aggiornamenti successivi, in ragione delle esperienze maturate dal progresso della tecnica del settore.

Ai fini del giudizio sull'esito delle prove, saranno valutati essenzialmente i seguenti aspetti:

- non superamento o sfondamento della barriera, nel suo complesso con indicazione degli spazi laterali utilizzati per conseguire il contenimento (larghezza utile);
- non ribaltamento completo del veicolo;
- ridirezione controllata dei veicoli in modo che il veicolo che lascia la barriera dopo l'impatto non attraversi una linea, parallela alla barriera nella sua posizione originaria posta ad una distanza A più la larghezza del veicolo usato, più 16% della sua lunghezza, entro una distanza B dal punto d'impatto. A è pari a 2,2 m per l'autovettura e 4,4 per il veicolo merci; B è pari rispettivamente a 10 ed a 20 metri;
- ottenimento dei livelli di contenimento con le tolleranze indicate;
- rispetto degli indici di severità prescritti per le autovetture.

Nel caso degli attentatori d'urto:

- controllo del veicolo urtante frontalmente o lateralmente (se richiesto), senza rimbalzi apprezzabili;

- non intrusione di elementi del dispositivo nel veicolo o deformazioni dell'abitacolo tali da causare seri danni agli occupanti;
- nessun distacco pericoloso di elementi di grande dimensione del dispositivo urtato;
- dopo la deformazione, nessuna penetrazione del veicolo nella superficie frontale dell'ostacolo;
- assetto normale del veicolo in moto, con l'ammissione di imbardata, rollio e beccheggio moderati;
- per i tipi Redirettivi: traiettoria di uscita interna ad una linea parallela al lato d'urto e distante da questo 4 m. in corrispondenza della perpendicolare al punto terminale dell'attentatore.

S.6.2 Qualità dei materiali - prove

Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere ed i parapetti dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), ad eccezione dei nastri a tre onde che dovranno essere costruiti con acciaio di qualità UNI EN 10025 - S235 OR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI EN 10162:2006. Per le tolleranze di spessore, la Società riterrà validi i valori riportati nella tabella A.

TOLLERANZE DI SPESSORE DEI PROFILATI

TABELLA A

Spessore nominale dei manufatti	Tolleranze accettabili (in difetto)
Fino a 3,50 mm	-0,05 mm
Da 3,50 ÷ 7,00 mm	-0,10 mm
Oltre 7,00 mm	-0,15 mm

Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere conforme al par. 11.3.4.6 NTC 2008, classe 8.8.

Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del effettuati nel rispetto del par. 11.3.4.5 NTC 2008.

In particolare l'impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche

generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

Zincatura

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461:2009.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI EN 1179:2013.

Caratteristiche della rete e dei fili metallici,

La rete sarà realizzata con fili di acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm² mentre i fili di legatura in acciaio dolce.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le Norme UNI EN 10244-1:2009 e 10244-2:2009. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m² (zincatura pesante).

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI EN 1179:2013, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

Prove sui materiali.

Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN ISO 4042, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kgm.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle NTC 2008. In particolare verrà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze di anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Sarà inoltre effettuata una verifica in laboratorio, che prevede il controllo manuale mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI EN ISO17640:2011, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI EN ISO 23277:2010

Accettazione dei materiali

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata dalle norme descritte nel precedente articolo "Qualità dei materiali - Prove".

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'impresa dovrà presentare un attestato di qualità della acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante dell'impresa.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, almeno una volta nel corso dell'appalto.

Di norma le campionature verranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti di barriera o di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'impresa:

Prove relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria

Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 3.000 m di impianto

Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 1.500 m di impianto

Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi (zincatura)

Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 1.000 m di impianto

Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 1.500 m di impianto

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate, a cura e spese dell'impresa, al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali) per essere sottoposte alle analisi di controllo, mentre le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e bulloneria verranno inviate presso un laboratorio indicato della Direzione dei Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, che comunque non concorra a compromettere la resistenza degli impianti, si procederà all'applicazione delle penali di cui alla tab. C.

PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE		C
Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma	

Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'impresa.

S.6.3 Modalità esecutive

Barriere per banchine centrali e laterali

L'eventuale smontaggio degli elementi di barriera esistente dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'impresa.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'impresa.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Società e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi indicati dalla Direzione Lavori, oppure a suo insindacabile giudizio portati a discarica, sempre a cura e spese dell'impresa.

Nel caso di lavorazioni su autostrade in esercizio, alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti di autostrada senza protezione.

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

La faccia del nastro sarà inclinata di 5° per la barriera a tripla onda e di 8° per la barriera a due onde rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kgm da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimite, precedentemente descritti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino a un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri di ancoraggio da adottare.

Generalmente si ricorrerà alla formazione di un basamento longitudinale di sezione opportuna in calcestruzzo di cemento armato nel quale saranno annegati i sostegni.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'impresa è tenuta a chiedere agli enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'impresa le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

L'Impresa è comunque tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o parte di essi se questi non sono stati eseguiti secondo le norme sopra elencate.

Penali

Per quanto concerne il montaggio, l'impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti secondo la corretta e regolare esecuzione.

S.7 Segnaletica verticale

Segnale stradale in lamiera di alluminio a forma circolare o ottagonale, conforme alle tab. II 2,3,4, D.P.R. 495/92 diametro o lato virtuale nelle dimensioni indicate. Il supporto in alluminio dovrà aver subito le necessarie lavorazioni quali: carteggiatura meccanica, sgrassaggio, lavaggio, fosfocromatazione e lavaggio demineralizzato, quindi, dopo l'applicazione di vernici tipo wash-primer, dovrà essere verniciato in color grigio neutro con processo elettrostatico e polveri termoindurenti cotte al forno a 180 °C per 30'. Sul supporto così preparato verrà applicata la pellicola retroriflettente "a pezzo unico" secondo il disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/5/95, n.1584 e s. m. i. Diam. 900 mm, sp. 25/10.

S.8 Formazione di recinzione in legno

S.8.1 Generalità

L'Impresa avrà cura di realizzare le opere così come rappresentate nelle tavole e negli elaborati di progetto. La tipologia di legno da utilizzarsi è quella rappresentata negli altri elaborati di

progetto o dovrà essere richiesta alla Direzione Lavori. Le strutture dovranno essere opportunamente impregnate per resistere agli agenti atmosferici e con legno decorticato.

S.8.2 Modalità costruttive

Staccionata realizzata a Croce di Sant'Andrea in pali di pino di diametro 10 cm impregnati in autoclave, costituita da corrimano e diagonali montati ad interasse di 2 m, altezza fuori terra 1 m e plinto di fondazione di sezione 30 x 30 x 30 cm.

I montanti vanno fissati a terra mediante blocchetto in calcestruzzo e bicchiere zincato a caldo, come da disegni di progetto.

Tutte le parti in legno devono essere realizzate in legno scortecciato dotato di certificato PEFC.

Il legno deve essere trattato in autoclave e con sali atossici secondo le normative UNI EN 351 con additivo ceroso idrorepellente e colorante a protezione U.V.A., non devono presentare spigoli vivi ed il legno deve essere opportunamente lisciato.

I montanti ed i correnti dovranno essere realizzati a sezione intera al fine di fornire garanzie di stabilità all'urto e durevolezza al manufatto.

T) Pompe di sollevamento e accessori idraulici

T.1 Elettropompa sommergibile assiale per portata 2400 l/s

T.1.1 Generalità

Elettropompa sommergibile (tipo Sulzer VUPX1002-PE3500/10.50-20-FM/PTC) a flusso assiale ad elevato rendimento con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30.

T.1.2 Dati tecnici

Potenza assorbita dalla rete	kW	371.8
Potenza nominale resa all'albero	kW	310.00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	721.6
Intensità di corrente allo spunto	A	2740
Modalità di avviamento	tipo	diretto, soft-start, inverter
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.74
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.72
Efficienza motore al 100% del carico	%	94.14
Efficienza motore al 75% del carico	%	95.16
Numero di giri nominali	giri/min	585
Grado di protezione	IP	68

Esecuzione motore	tipo	standard, con cuscinetto superiore isolato
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	6x(H07RN8-F1G150)+1x(H07RN8-F10G1.5)+1x(H07RN8-F1G95)
Lunghezza	m	20
Girante	tipo	Elica a 4 pale regolabili
Diametro esterno	mm	885
Passaggio libero	mm	167
Aspirazione	DN	1050
Mandata	DN	1150
Peso	kg	5510

T.1.3 Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B

Portata al punto lavoro	l/s	2400
Prevalenza al punto di lavoro	m	9.063
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	310.80
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	295.20
Rendimento idraulico	%	72.28
Rendimento totale	%	68.96
Inclinazione pale elica	gradi	15.2

T.1.4 Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici PTC nell'avvolgimento e sulle sedi dei cuscinetti sup. e inf.
Sistema di protezione umidità	sensori infiltrazione in vano separazione motore/idraulica, vano motore e vano morsettiera
Tipo di aggancio	maniglia in acciaio Fe 510C (S355JO/ST 52-3)
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	pale in acciaio inox 1.4340, mozzo in ghisa sferoidale GGG40
Albero motore	acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	acciaio inox AISI316

Tenuta inferiore albero		meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero		meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC) e aggiunta di labbro di tenuta
Ciclo verniciatura		primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente
N° pompe		2
Tipologia d'installazione		Sommergibile fissa in tubo contenitore DN1200
Sommergenza massima	m	20
Temperatura massima del liquido pompato (in funzionamento continuo)	°C	40

T.2 Elettropompa sommergibile assiale per portata 1800 l/s

T.2.1 Generalità

Elettropompa sommergibile (tipo Sulzer AFLX1202-PE3500/10.50-20-FM/PTC) a flusso assiale ad elevato rendimento con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30.

T.2.2 Dati tecnici

Potenza assorbita dalla rete	kW	371.8
Potenza nominale resa all'albero	kW	350.00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	721.6
Intensità di corrente allo spunto	A	2740
Modalità di avviamento	tipo	diretto, Y/D, soft-start, inverter
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.74
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.72
Efficienza motore al 100% del carico	%	95.16
Efficienza motore al 75% del carico	%	94.14
Numero di giri nominali	giri/min	585
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	standard, con cuscinetto superiore isolato
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	6x(H07RN8-F1G150)+1x(H07RN8- F10G1.5)+1x(H07RN8-F1G95)
Lunghezza	m	20

Girante	tipo	Girante semiaperta
Diametro esterno	mm	900
Passaggio libero	mm	160x130
Aspirazione	DN	1025
Mandata	DN	1158
Peso	kg	5385

T.2.3 Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B

Portata al punto lavoro	l/s	1800
Prevalenza al punto di lavoro	m	12.36
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	292.80
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	278.40
Rendimento idraulico	%	79.80
Rendimento totale	%	75.88

T.2.4 Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici PTC nell'avvolgimento e sulle sedi dei cuscinetti sup. e inf.
Sistema di protezione umidità	sensori infiltrazione in vano separazione motore/idraulica, vano motore e vano morsettiera
Tipo di aggancio	maniglia in acciaio Fe 510C (S355JO/ST 52-3)
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	pale in acciaio inox 1.4340, mozzo in ghisa sferoidale GGG40
Albero motore	acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC) e aggiunta di labbro di tenuta
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

N° pompe		2
Tipologia d'installazione		Sommergibile fissa in tubo contenitore DN1200
Sommergenza massima	m	20
Temperatura massima del liquido pompato (in funzionamento continuo)	°C	40

T.3 Elettropompa sommergibile assiale di svuotamento sentina per portata 400 l/s

T.3.1 Generalità

Elettropompa sommergibile (tipo Sulzer VUPX0502-PE550/6.50-20-FM/PTC) a flusso assiale ad elevato rendimento con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30.

T.3.2 Dati tecnici

Potenza assorbita dalla rete	kW	58.45
Potenza nominale resa all'albero	kW	55.00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	103
Intensità di corrente allo spunto	A	721
Modalità di avviamento	tipo	diretto, Y/D, soft-start, inverter
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.82
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.75
Efficienza motore al 100% del carico	%	94.10
Efficienza motore al 75% del carico	%	93.23
Numero di giri nominali	giri/min	980
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	standard, con cuscinetto superiore isolato
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	2x(H07RN8- F4G10)+1x(H07RN8-F8G1.5
Lunghezza	m	20
Girante	tipo	Elica a 4 pale regolabili
Diametro esterno	mm	460
Passaggio libero	mm	85
Aspirazione	DN	591

Mandata	DN	660
Peso	kg	970

T.3.3 Prestazioni al punto di lavoro secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6 GRADE 2B

Portata al punto lavoro	l/s	363.7
Prevalenza al punto di lavoro	m	7.23
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	44.62
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	41.92
Rendimento idraulico	%	66.28
Rendimento totale	%	60.05
Inclinazione pale elica	gradi	10

T.3.4 Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici PTC nell'avvolgimento e sulle sedi dei cuscinetti sup. e inf.
Sistema di protezione umidità	sensori infiltrazione in vano separazione motore/idraulica, vano motore e vano morsettiera
Tipo di aggancio	maniglia in acciaio Fe 510C (S355JO/ST 52-3)
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	pale in acciaio inox 1.4340, mozzo in ghisa sferoidale GGG40
Albero motore	acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC) e aggiunta di labbro di tenuta
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente
N° pompe	2
Tipologia d'installazione	Sommergibile fissa in tubo contenitore DN1200
Sommergenza massima	m 20

Temperatura massima del liquido °C 40
pompato (in funzionamento continuo)

U) Opere elettromeccaniche: opere di sgrigliatura e paratoie

U.1 Normativa di riferimento

- DIN 19704 – Hydraulic steel structures – Part. 1: Criteria for design and calculation;

U.2 Caratteristiche dei materiali

I materiali costituenti la fornitura devono essere di elevate caratteristiche e comunque tali da soddisfare le prescrizioni contenute nelle vigenti norme UNI o corrispondenti internazionali. Le lamiere da utilizzare per le parti di fornitura da installare all'aperto avranno un grado qualitativo secondo UNI EN 10025.

Tutti i materiali strutturali costituenti la fornitura devono essere accompagnati dal certificato di collaudo che riporti per ciascuno di essi, il numero di colata, un numero progressivo che contraddistingua i singoli pezzi di una stessa colata, il tipo di acciaio, l'analisi chimica e le caratteristiche meccaniche, compresi i valori di resilienza. Le tenute devono essere in materiali particolarmente durevoli e resistenti all'usura. Gli steli degli attuatori oleodinamici saranno rivestiti in cromo elettrolitico avente spessore minimo di 50 micron.

Le caratteristiche dei materiali delle forniture saranno i seguenti:

- Mantello paratoie piane e settore S 355 JR
- Profilati paratoie S 275 JR
- Elementi di tenuta paratoie EPDM - Adiprene Sh 60/70
- Piatti contro sedi di tenuta paratoie inox Aisi 304 L
- Ruote paratoie S 355 JR
- Perni inox Aisi 431
- Boccole autolubrificanti Deva Tex
- Viti e bulloni fissaggio tenute inox Aisi 304 (classe A2)
- Bulloneria strutturale acciaio Classe 8.8 zincata
- Corpo cilindro oleodinamico E355
- Pistone cilindro oleodinamico C45
- Testate cilindri oleodinamici S355JR
- Asta cilindro oleodinamico C45
- Scudi: acciaio S 275 JR
- Gargami: acciaio S 355 JR
- Viti non salienti: C45, dimensione 90x18
- Riduttori: riduttore: A 43 DRM + riduttore A 43 RM
- Attuatore elettrico: DMC 1000-E-135 da 800 Nm
- Prolunghe viti: C45
- Ruote di scorrimento: ghisa

- Guarnizioni tenuta laterale e superiore: neoprene > 60 Shore
- Guarnizioni tenuta inferiore: neoprene > 60 Shore
- Piatto di scorrimento: AISI 304
- Profilati e lamiere: UNI 10025:2005 Acciaio S 355 JR

U.3 Griglia ferma detriti ad elementi removibili

Griglia ferma detriti, costituita da pannelli affiancati di peso tale da risultare facilmente rimovibili. Esecuzione in barre piatte in acciaio elettrosaldate, opportunamente dimensionati per resistere al carico idraulico. Griglia completa di profilati metallici di irrigidimento e appoggio inferiore di soglia da fissare sul piano di fondo. Il montaggio avviene accostando i pannelli l'uno all'altro e fissandoli con piastrine imbullonate. Bulloneria di connessione in acciaio inox AISI 304.

DATI CARATTERISTICI:

- Larghezza griglia 20000 mm
- Sviluppo con inclinazione a 20° 5650 mm
- Ferro piatto da 100X10 mm
- Luce tra le barre 100 mm
- Peso 12300 Kg+10%

U.4 Sgrigliatore oleodinamico semovente tipo telescopico

Sgrigliatore automatico semovente costruito per lavorare all'aperto -15°C, + 40° C. Funzionamento oleodinamico, tipo telescopico, adatto alle dimensioni ed alle caratteristiche della griglia sulla quale è operante.

PARTI PRINCIPALI PREVISTE:

Pettine fisso di particolare profilo adatto per lo scarico del materiale grigliato, completo di settori in acciaio, applicati allo stesso in modo tale da poter penetrare tra le barre della griglia. Larghezza pettine 3000 mm. Nella parte strisciante del pettine sulla griglia deve essere applicato un profilo in materiale plastico facilmente sostituibile. Il pettine deve essere fissato su una coppia di montanti tubolari scatolati, adatti a lavorare in acque anche aggressive.

Cilindro idraulico a doppio effetto tipo telescopico, a due sfilanti cromati per il sollevamento e la discesa dei montanti porta pettine. Veicolo porta pettine montato su 4 ruote autolubrificate, azionato da motoriduttore 0,75 KW - 220/380 V - 50 Hz. Il veicolo ha tre lati chiusi con pannelli imbullonati e porta apribile con serratura sul quarto lato. N. 1 martinetto idraulico per l'avvicinamento e l'allontanamento del pettine dalla griglia. Centralina oleodinamica azionata da motore elettrico 220/380 V - 50 Hz - 7,5 KW completa di distributore idraulico, elettrovalvole, valvola di sicurezza e tutti i meccanismi di protezione e funzionamento. Catena porta montata posteriormente completa di cavo di lunghezza adeguata alla corsa utile dello sgrigliatore.

Quadro elettrico in esecuzione stagna IP55 (logica a PLC) contenente tutti i componenti elettrici di funzionamento e protezione ivi compreso un conta ore per il rilevamento delle effettive ore di lavoro della macchina.

Devo essere previsti contatti cablati in morsettiera disponibili per la segnalazione a distanza di eventuali anomalie. Scaldiglia anticondensa completa di termostato. Le morsettiere di raccolta del tipo componibile con morsetti numerati per l'individuazione. Analoga numerazione è riportata all'estremità dei conduttori di cablaggio. Pulsantiera per il comando manuale in bassa

tensione (24 V) collegata mediante cavo di lunghezza adeguata per effettuare i comandi a distanza della macchina in funzione.

Prima di ogni inizio di manovra automatica deve inserirsi un allarme acustico di preavviso avviamento, per la durata da 3 a 10 secondi. Lo sgrigliatore è dotato di dispositivo di sicurezza contro il sovraccarico tale che se il pettine incontra un ostacolo superiore alla taratura, la macchina si arresta senza pericolo che qualche organo ne soffra e contemporaneamente la lampada "rotallarm" segnala il fuori servizio. Sulla macchina deve essere apposta la marcatura CE.

CICLO DI FUNZIONAMENTO PREVISTO:

- Discesa del pettine in posizione allontanata.
- Avvicinamento del pettine alla griglia.
- Risalita del pettine con materiale grigliato e scarico nella canale sottostante.
- Allontanamento del pettine dalla griglia.
- Traslazione della macchina alla nuova posizione di lavoro

Il funzionamento automatico della macchina deve avvenire mediante un programmatore con tempi voluti di lavoro e riposo, regolabili secondo le necessità:

- da 1 a 30 minuti primi;
- da 1 a 30 ore.

Il funzionamento automatico può essere asservito anche ad un dispositivo di controllo differenziale del livello. La macchina deve essere dotata di particolare dispositivo "salva uomo" di tipo meccanico che automaticamente ne arresta ed inverte il senso di marcia in presenza di un ostacolo sulle vie di corsa. Bulloneria di connessione in acciaio inox AISI 304.

TRATTAMENTO PROTETTIVO PREVISTO:

Ad esclusione delle parti meccaniche ed in acciaio inossidabile verrà eseguito il trattamento di zincatura a caldo secondo le norme EN ISO 1461.

DATI CARATTERISTICI:

- Larghezza pettine 2500 mm
- Massa sollevabile fino a 1000 Kg
- Corsa operativa ca. 5750 mm
- Velocità operativa 0,20 m/s
- Velocità traslazione 0,15 m/s

U.5 Vie di corsa sgrigliatore

Vie di corsa costruite in particolari profilati con saldato nella parte superiore un piatto pieno a forte spessore per la guida delle ruote del veicolo sgrigliatore traslante. Particolare struttura per l'ancoraggio dell'intero binario alla soletta tramite viti ad autoespansione o tirafondi. Carpenteria di sostegno nastro trasportatore realizzata in profilati di opportuna sezione. Bulloneria di connessione in acciaio inox AISI 304.

TRATTAMENTO PROTETTIVO PPREVISTO:

Zincatura a bagno caldo secondo le "Norme EN ISO 1461".

DATI CARATTERISTICI:

- Formato HEB 120
- Piatto di scorrimento 60x30 mm
- Lunghezza ca. 20 m
- Scartamento ca. 1290 mm

U.6 Paratoia esclusione manufatto

La paratoia deve essere di tipo piana composta da n. 2 elementi indipendenti uno dall'altro, comandati ciascuno da una coppia di servomotori elettrici. I due elementi, in posizione di totale chiusura devono garantire la tenuta idraulica sui 4 lati. I gargami saranno indipendenti e la tenuta del quarto lato dell'elemento inferiore deve essere garantita dall'installazione di una trave longitudinale a profilo idrodinamico.

Elemento superiore:

- luce : mm. 12000,00
- altezza : mm. 2250,00
- corsa : mm. 2250,00
- altezza gargami : mm. 6000,00 ca.
- carico idrostatico max. : mm. 3250,00
- velocità di movimentazione : m/1' 0,35
- tenute : lati 4 da monte verso valle
- movimentazione : elettrica
- funzionamento : on/off
- scorrimento : su n. 4 ruote
- finecorsa

Elemento inferiore:

- luce : mm. 12000,00
- altezza : mm. 2250,00
- corsa : mm. 4500,00
- altezza gargami : mm. 8000,00 ca.
- carico idrostatico max. : mm. 5500,00
- velocità di movimentazione : m/1' 0,35
- tenute: lati 4 da monte verso valle
- movimentazione : elettrica
- funzionamento : on/off
- scorrimento : su n. 4 ruote
- finecorsa

U.7 Paratoie di scarico vasche

Fornitura in opera di n.2 paratoie piane, aventi ciascuna le seguenti caratteristiche costruttive:

- luce : mm. 1500
- altezza : mm. 3000
- tenute : lati 4
- carico idrostatico : mm. 4700
- corsa : mm. 3000
- movimentazione : elettrica
- funzionamento : modulante
- scorrimento : a strisciamento

- finecorsa paratoia piana : tramite trasduttore di posizione 4-20mA

U.8 Paratoia a settore

La paratoia nel complesso deve essere costituita da:

- Diaframma lg. 12,00 m altezza sulla verticale 2,8 m;
- N° 2 gambe (1 sn-1 dx) con mozzi di rotazione su boccola autolubrificante e perno in acciaio AISI 431 bonificato;
- Cornice di tenuta su tre lati (2 vert. sx/dx e 1 di soglia) con bulloni e piatti di serraggio in acciaio inox classe A4;
- N° 2 supporti di rotazione del settore con tiranti di fissaggio alle pareti verticali delle pile;
- N° 2 supporti (1 sx/1 dx) di sostegno dei cilindri oleodinamici ancorati alle pile;
- N° 2 meccanismi a cilindro oleodinamico;
- Telaio con tre parti (2 vert. sx/dx e 1 di soglia) murato alle pile e alla platea di luce 12 m e altezza pari alle dimensioni delle pile;
- N° 1 trasduttore analogico con uscita 4-20mA tipo CELESCO IT9420, con funzione di indicazione analogica della posizione e segnalazione finecorsa;

Dimensioni:

- Luce : mt. 12,00
- Altezza di ritenuta : mt. 2,80
- tenuta paratoie su tre lati da monte verso valle;
- Carico idrostatico max. : mt. 3,75
- Comando : Volontario
- velocità di movimentazione singola paratoia : m/min 0,10 a 0,5
- Quota di soglia : mt. 171,40
- Quota sommità pile : mt. 175,50
- Corsa max apertura paratoia : mt. 1,50

U.9 Centralina oleodinamica di azionamento paratoia a settore

I comandi oleodinamici devono avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- n. 1 centralina oleodinamica di comando della paratoia a settore (come di seguito descritta);
- cassetta di interfaccia utenze elettriche (esclusa potenza);
- olio di primo riempimento biodegradabile;
- fornitura e montaggio tubazioni oleodinamiche rigide in acciaio inox con raccordi Sae 3000 a tasca a saldare e flessibile a ridosso dei cilindri, completi di staffaggi.

La centralina oleodinamica deve essere composta principalmente dai seguenti elementi:

- serbatoio di lamiere d'acciaio, elettrosaldate e verniciate;
- termometro;
- oblò di ispezione;
- indicatore visivo di livello olio;
- tappo di riempimento;
- livellostato per controllo minimo livello olio;
- PT 100;
- Trasduttore di pressione con uscita analogica 4-20 mA
- termostato per massima temperatura olio;
- N. 2 gruppi di pompaggio, uno di riserva all'altro, comprendenti ciascuno una pompa mossa da un motore asincrono trifase;
- Valvole di massima pressione a protezione dell'impianto oleodinamico.

- Gruppo di filtraggio dell'olio comprendente: in aspirazione filtro a cartuccia e in scarico filtro doppio completo di indicatore elettrico di intasamento.
- Pressostati per il controllo del buon funzionamento del gruppo motore pompa;
- Elettrovalvole di movimentazione 24Vcc.;
- Manometri per il controllo visivo delle pressioni;
- Regolatori di flusso;

Circuiti oleodinamici devono essere progettati per una pressione d'esercizio massima di 160 bar circa.

U.10 Paratoia a clapet

La paratoia a clapet deve realizzata completamente in acciaio inox AISI 304. Tenuta su 4 lati, apertura su cerniere. Scudo in lamiera pressopiegata, con rinforzi in profilato. Telaio perimetrale in lamiera pressopiegata di adeguata sezione e profilo. Flangia per fissaggio a parete. Contrappeso regolabile montato sul diaframma mobile. Tenuta con profili a virgola in neoprene fissati allo scudo con piatti di ripartizione e viti inox AISI 304. Trattamento superficiale di finitura con decapaggio e passivazione.

- Dimensioni 1200x800 mm.
- Carico max. 3,5 m.

V) Misuratori di livello

Per le misure di livello idrometrico sono previsti i seguenti strumenti:

- sensori di livello piezoresistivi
- sensori di livello ad ultrasuoni

Sensore piezoresistivo

La misura di livello con sensore piezoresistivo deve sfruttare la caratteristica di uno speciale dispositivo in grado di pesare la colonna d'acqua sovrastante. Il sensore di livello piezoresistivo dovrà rispettare i seguenti requisiti tecnici:

Materiali:

- Corpo : AISI 316 L, VITON & polipropilene
- Cavo elettrico : PVC
- Membrana : AISI 316 L

Dimensioni:

- Corpo : 25 x 275 mm (Ø x h)
- Cavo elettrico: Cavo schermato con incorporato tubetto per la compensazione della pressione atmosferica, lunghezza 12m Ø10 mm

Grado di protezione : IP 68

Sensore: Piezoresistivo a ponte di Wheatstone con compensazione di temperatura.

Range di misura : 0 ÷ 10 m di colonna

Massima sovrappressione: 2 volte il valore di misura

Alimentazione : 9,0 Vcc , 28,0 Vcc

Segnale in uscita : 4 - 20 mA taratura fissa corrispondente al campo di misura.

Temperatura:

- Range operativo: -20 ÷ 70 °C
- Range compensato: 0 ÷ 60° C

Linearità, ripetibilità ed isteresi : ± 0,25% del fondo scala operativo a temperatura costante

Stabilità a lungo termine : ± 0,2% del fondo scala operativo

Scostamento max per Temperatura 0 ÷ 60° C: ± 1%

Protezione contro sovratensioni transitorie : 10 kV

Protezione contro sovracorrenti transitorie : 2500 operazioni a 10° (10 /1000 ms) 500 operazioni a 500A (10/100 ms).

Sensore a ultrasuoni

Questa tecnica si basa sulla misura dell'intervallo di tempo tra l'istante di emissione di un impulso sonoro (o ultrasuono) da parte di un trasduttore e l'istante di ricezione dell'eco riflesso dalla superficie del prodotto. Un trasduttore (sensore) emette in rapida successione degli impulsi sonori o ultrasuoni che, riflessi dalla superficie del prodotto, vengono nuovamente captati dal medesimo sensore sotto forma di echi. La centralina effettua la misura del tempo tra l'istante di emissione e quello di ricezione (evidentemente proporzionale alla distanza tra sensore e superficie riflettente) e la elabora in una misura di livello. Un apposito circuito provvede alla compensazione automatica delle variazioni della velocità del suono in funzione della temperatura dell'aria.

Il trasduttore viene quindi montato, a mezzo di apposito staffaggio, al di sopra del punto per il quale bisogna misurare il livello idrometrico ed è collegato elettricamente alla centralina elettronica che provvede a convertire l'eco riflesso dal liquido in un segnale analogico standardizzato (4÷20 mA) corrispondente al livello del liquido.

La centralina elettronica (trasmettitore) è dotata di tutti i dispositivi necessari alla corretta taratura del sistema (regolazioni di zero e di span) per l'inserimento dello strumento nel punto di misura desiderato. Il display LCD esterno installato a parete.

Caratteristiche tecnico-costruttive

- segnale in uscita 4÷20 mA
- indicatore (dove presente) display LCD

W) Edificio servizi

Il sottofondo deve essere realizzato in ghiaia grossa o ciottoloni spessore 20 ÷ 30 cm.

Il vespaio areato deve essere realizzato con casseri modulari a perdere in polipropilene riciclato autoportanti, impermeabili, posti in opera a secco su adeguato sottofondo di magrone. La

cappa superiore deve essere realizzata in conglomerato cementizio C25/30 (Rck 35 N/mm²) di almeno 5 cm e l'armatura costituita da rete elettrosaldata diametro 6 mm maglia 200 x 200 mm.

Il massetto di riempimento deve essere adatto per la posa di pavimenti con adesivo (piastrelle ceramiche, gres porcellanato, pietre naturali, parquet e piastrelle resilienti), dello spessore di 20 ÷ 80 mm.

La muratura in elevazione realizzata con blocchi di laterizio alveolato di cui alla norma UNI EN 771, retta o curva ed a qualsiasi altezza, con blocchi aventi giacitura dei fori verticali e percentuale di foratura pari al 45%, dimensioni 25 x 25 x 30 cm, per murature portanti anche in zona sismica. Blocchi 25 x 25 cm, aventi giacitura dei fori orizzontali e percentuale di foratura pari al 60 ÷ 70%, per murature di tamponamento, contropareti e divisori: spessore 12,5 cm.

Il solaio di copertura sarà realizzato in lastre prefabbricate in c.a.p. dello spessore pari a 4 cm e della larghezza di 1,2 m, con blocchi di alleggerimento in polistirolo pari a 16 cm per un'altezza totale del solaio di 24 cm e completa di tre tralicci longitudinali metallici 7/5/5 e di rete elettrosaldata annegata nello spessore. Il getto di completamento soletta in calcestruzzo C 25/30 (Rck 30 N/mm²) deve avere spessore h=4 cm.

L'isolamento termico in estradosso delle coperture piane a terrazzo deve essere eseguito mediante pannelli rigidi di lana di vetro, trattata con resine termoindurenti, di densità pari a 100 kg/mc e spessore 30 mm.

Il manto impermeabile prefabbricato deve essere costituito da membrana bitume polimero elastoplastomerica con supporto inorganico sintetico resistenza al fuoco classe 1, flessibilità a freddo -15 °C, applicata a fiamma su massetto di sottofondo, previo trattamento con idoneo primer bituminoso con sovrapposizione dei sormonti di 8 ÷ 10 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli.

Intonaco civile formato da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato tirato in piano con regolo e frattazzo, rifinito con sovrastante strato di colla della stessa malta passato al crivello fino, lisciata con frattazzo metallico alla pezza con malta di calce spenta e sabbia composta da 500 kg di calce per 1,00 mc di sabbia.

W.1 Murature in laterizio

W.1.1 Generalità

Per le murature e tavolati in laterizio si impiegheranno mattoni pieni normali e mattoni forati o blocchi alveolati di laterizio. I mattoni impiegati verranno legati con malta bastarda o malta di cemento. La malta bastarda sarà formata con 0,25 mc di calce idraulica più 50 kg di cemento tipo R 325 per mc di sabbia asciutta e vagliata; la malta di cemento sarà confezionata con 400 kg di cemento per ogni mc di sabbia asciutta e vagliata. Prima del loro impiego i mattoni dovranno essere saturati di acqua per immersione e dovranno essere messi in opera a corsi regolari orizzontali e connessioni alternate. Le connessioni dovranno avere la larghezza compresa fra mezzo ed un centimetro. Durante l'esecuzione delle murature si dovranno lasciare tutti i necessari fori, incavi, vani, canne, ecc..., per il passaggio e l'installazione di ogni e qualsiasi impianto, infisso, ecc.. che interessa la costruzione. Sul piano di passaggio fra strutture entro terra e murature fuori terra si dovrà distendere uno strato di idoneo materiale impermeabilizzante. Le murature saranno completate con la realizzazione di intonaco eseguito al civile per interni in malta di calce idraulica costituito da rinzafo (spess. 2,0 cm) e strato di finitura (spess. 0,5 cm), compresa la realizzazione di raccordi, spigoli, e l'esecuzione di ponteggi secondo le vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, dovranno essere sospesi quando la temperatura si mantenga al di sotto di 0 °C.

W.1.2 Materiali

Per quanto concerne gli inerti, l'acqua, la calce spenta ed il cemento da usare nella preparazione delle malte per murature valgono le specifiche di cui al capitolo "Calcestruzzi" del presente Capitolato. Per quanto attiene ai laterizi da impiegare per lavori di muratura, essi dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n 2233 integrate con le norme UNI appresso indicate e da quanto altro disposto nel presente Capitolato. Le dimensioni dei laterizi da impiegare, qualora non specificatamente disposto, saranno precisate dalla Direzione Lavori tra quelle previste dalla corrispondente norma di unificazione. In considerazione di materiali e di usi locali la Direzione Lavori poter consentire, iscritto, l'impiego di laterizi di dimensioni diverse da quelle indicate dalle norme UNI, rimanendo ferme le altre condizioni previste dalle norme UNI richiamate.

In particolare si prescrive quanto segue:

- a) Mattoni pieni comuni. Dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme UNI 563-65 e resistere ad un carico di rottura di 150 kg/c mq.
- b) Mattoni pieni di paramento. Oltre a possedere i requisiti richiesti dalla norma UNI 563-65, dovranno essere rifilati a perfetta squadratura ed avere gli spigoli netti rettilinei ed esenti da sgretolature, dovranno presentare regolarità di forma, integrità superficiale ed essere esenti da fessurazioni; le facce non dovranno presentare torsione neppure in minima misura e l'intera partita dovrà presentare sufficiente uniformità di colore. Il carico di rottura a compressione sul laterizio asciutto dovrà essere di 250 kg/cm².
- c) Mattoni forati. Dovranno corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 563-65.
- d) Blocchi alveolati di laterizio. I blocchi alveolati di laterizio, dello spessore di cm 30, aventi proprietà di isolamento termico e acustico, elevate prestazioni di resistenza meccanica e resistenza al fuoco classe REI 180, saranno, legati mediante malta cementizia di classe M2.

W.1.3 Prove sui materiali

La Direzione Lavori potrà suo giudizio effettuare prove a spese dell'Impresa sui suddetti materiali per verificare la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate. I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanati dal cantiere.

W.2 Manufatti vari

W.2.1 Porte

Le porte interne sono di tipo tamburate con spessore mm 35, specchiature piene, rivestimento in laminato plastico di spessore mm 1,5 su rivestimento in compensato di abete spessore mm 4, complete di robusta ferramenta, serratura adeguata, ottonami e imprimitura ad olio sulle parti di legno in vista.

Sono previste porte in ferro costruite con due lamiere affacciate, spessore 10/10 con interposto pannello ignifugo resistenti al fuoco per 60 primi, dello spessore di R.P. mm 30, il tutto montato su robusta intelaiatura metallica. Per la tenuta al fumo si prescrive un gioco massimo di mm 5 e battuta 5 volte il gioco. Tutti i profili e le lamiere dovranno essere unite mediante saldatura.

W.2.2 Finestre

I serramenti metallici, completi di telaio, devono essere profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera bassoemissivo con marcatura CE (UNI EN 14351-1). Con trasmittanza termica complessiva $U_w = \leq 2,0$ e $\geq 1,6$ W/m²K (UNI EN ISO 10077-050 1).

W.2.3 Pozzetti di ispezione

Sono previsti pozzetti prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, completi di chiusini con botola, ciechi o a caditoia, con telaio di battuta per traffico pesante, compresi sottofondo in conglomerato cementizio dello spessore minimo di 10 cm.

W.2.4 Fossa Imhoff e condotte di scarico

La fossa biologica deve essere di tipo Imhoff in calcestruzzo completa di bacino chiarificatore, vasca di raccolta e dispositivo espurgo fanghi rispondente alla E25093.a DLgs n. 152/2006 posta in opera su sottofondo di appoggio alto 20 cm con sassi e massetto di gretoni di pozzolana e collegata alle tubazioni.

I tubi di PVC sono del tipo rigido con giunto ed anello elastomerico di tenuta per condotte di scarico interrate, conformi alle norme UNI EN 1401, in barre da 6 m: SDR 41 (SN 4 kN/mq): diametro esterno 160 mm.

Sottofondo eseguito per letto di posa di tubazioni, costituito da uno strato di 15 cm di sabbia di cava lavata, stesura e regolarizzazione del fondo dello scavo mediante mezzi meccanici ed eventuale rinfiaccio attorno alle tubazioni.

W.3 Rivestimenti ceramici

Il pavimento di gres porcellanato deve essere realizzato con piastrelle di 1a scelta, con superficie levigata, ottenute per pressatura, a massa unica omogenea, per pavimentazioni ad intenso calpestio, rispondenti alla norma UNI EN 14411 gruppo B Ia UGL (non smaltato), poste in opera con idoneo collante, previa preparazione del piano superiore del massetto di sottofondo, con giunti connessi a cemento bianco, compresi tagli, sfridi e pulitura finale.

Il rivestimento delle pareti del locale adibito a servizio igienico andrà realizzato tramite posa di piastrelle in materiale ceramico di 1a scelta su una altezza di metri 2 dal pavimento, messe in opera tramite idonea malta adesiva per ambienti umidi stesa mediante spatola dentata nello spessore medio di 2-5 mm, con perfetta sigillatura delle fughe; è compresa la fornitura delle piastrelle e della malta di posa, lo sfrido di materiale, l'eventuale realizzazione di ponteggi secondo le vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro. Le piastrelle dovranno essere verificate all'atto dell'arrivo in cantiere al fine di constatare l'assenza di difetti di fabbricazione o di danni dovuti al trasporto. Il materiale ritenuto non idoneo dalla D.L. dovrà essere allontanato dal cantiere e sostituito a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

W.4 Impianto idrico sanitario

L'impianto idrico sanitario deve essere costituito da lavabi, vaso a sedile e bidet, completo di miscelatori, flessibili di collegamento alla rete idrica dell'acqua potabile, sifoni di raccordo per il collegamento alla rete di scarico interna.

Le condotte d'approvvigionamento idrico saranno costituite da tubazioni in polietilene ad alta densità PE 100 ad elevatissima resistenza alla crescita lenta alla frattura (colore interamente blu) conforme alle norme UNI EN 12201, rispondente alle norme igienico sanitarie del Ministero della Sanità relative ai manufatti per liquidi in pressione, con resistenza alla crescita lenta alla frattura > 5.000 ore (ISO 13479): SDR 11 (PN16).

Il sottofondo per la realizzazione del letto di posa di tubazioni, deve essere costituito da uno strato di 15 cm di sabbia di cava lavata.

Il contatore a turbina per acqua fredda deve essere omologato CEE, classe C; a getto unico con quadrante asciutto, predisposto per telelettura avente lunghezza 300 mm e DN 65.

X) Impianto Elettrico

X.1 Dati ambientali generali

Si indicano di seguito i dati ambientali generali, relativi al sito in cui si realizzeranno le opere. Eventuali condizioni ambientali particolari saranno indicate all'interno delle singole specifiche relative a ciascuna apparecchiatura:

altitudine massima Inferiore a 2000 m sl.m.

All'esterno degli edifici:

temperatura ambiente Min. -25 °C / med. <+ 35 °C / max + 40 °C

umidità relativa massima 100 % a + 25 °C

Atmosfera Presenza di inquinamento conduttivo (grado 3)

All'interno degli edifici:

temperatura ambiente Min. -5 °C / med. <+ 35 °C / max + 40 °C

umidità relativa massima 50 % a + 40 °C

Atmosfera Presenza di inquinamento conduttivo (grado 3)

X.2 Quadri di bassa tensione

Si descrivono di seguito le caratteristiche generali per la costruzione di quadri elettrici di B.T. relativi a sistemi di comando e controllo delle utenze elettromeccaniche in campo.

X.2.1 Normative

Le apparecchiature elettriche sono costruite secondo la norma:

CEI 44.5 – "Equipaggiamenti elettrici di macchine industriali. Parte 1°: Norme generali."

La simbologia utilizzata per la stesura degli schemi elettrici è riferita alle norme:

CEI 3.14 – "Segni grafici per schemi. Parte 2: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale."

CEI 3.20 – “Segni grafici per schemi. Parte 8: Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione.”

CEI 3.24 – “Segni grafici per schemi. Parte 13: Elementi analogici.”

L'esecuzione degli schemi è realizzata secondo le norme:

CEI 3.32 – “Raccomandazioni generali per la preparazione di schemi elettrici.”

CEI 3.33 – “Raccomandazioni per la preparazione degli schemi elettrici circuitali.”

I componenti elettromeccanici scelti ed utilizzati nella costruzione dei quadri elettrici sono rispondenti alle norme CEI in vigore suddivisi per categorie di appartenenza secondo quanto segue:

- Sezionatori con fusibili CEI 17.11
- Interruttori automatici CEI 17-5
- Fusibili CEI 32.1/4/7
- Contattori CEI 17-8
- Relè ausiliari e temporizzatori CEI 41.1
- Strumenti ausiliari di misura CEI 16.6/10
- Trasformatori CEI 14.4/6
- Fili e cavi antincendio CEI 20.22
- Cavi atossici (dove richiesto) CEI 20.38
- Trasformatori di corrente CEI 38.1

X.2.2 Caratteristiche generali carpenterie

L'apparecchiatura elettrica è costituita da armadi di tipo modulare con grado di protezione idoneo al luogo di installazione, atti al contenimento di tutti i componenti elettromeccanici, elettronici e strumentali necessari al corretto funzionamento dell'impianto come definito nello schema funzionale.

Gli armadi sono costruiti con materiali atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche sia nelle condizioni normali di funzionamento, sia nel caso di guasti accidentali.

Le principali caratteristiche delle carpenterie impiegate sono:

- Struttura portante realizzata con profilo a sette pieghe in lamiera di acciaio pre zincata dello spessore di 20/10 completamente saldata automaticamente per garantire una maggiore robustezza e il grado di protezione normalmente richiesto.
- Il pannello posteriore, il pannello di copertura del tetto, i pannelli laterali e le porte interne sono realizzati in lamiera 15/10 e dotate di guarnizione in poliuretano espanso.
- Le carpenterie sono dotate di opportuni golfari e/o angolari per il sollevamento di uno o di più armadi in batteria con attacchi da M12.
- La chiusura di fondo di ogni armadio è realizzata con due lamiere di acciaio dello spessore di 20/10 regolabili ed estraibili mediante viti di fissaggio M6.
- La porta frontale esterna è costruita in lamiera di acciaio da 20/10 con opzione di finestra trasparente in PVC fissata da guarnizione auto bloccante e guarnizione in poliuretano espanso. Essa è completa da cornice di rinforzo in tubolare quadro da 20x20.

- Tutte le guarnizioni in poliuretano espanso vengono applicate a caldo in colata continua mediante l'utilizzo di macchine a controllo numerico.

La lastra trasparente in PVC utilizzata per la finestra inserita nella porta frontale ha le seguenti caratteristiche:

- Lastra trasparente estrusa classe 1 di resistenza al fuoco in base alle prove CSERF2/725/1A e CSE-RF3/77 secondo il D.M. 26/06/1984 e il supplemento C.U. n. 234 del 25/08/1984.

Le carpenterie sono costruite con l'impiego di lamiere decappate di acciaio di prima scelta. Il ciclo di verniciatura impiegato è il seguente:

- Lavaggio delle lamiere
- Fosfatazione a base di sali di ferro
- Asciugatura in tunnel a 100°C
- Verniciatura: esterna ed interna con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente con legante epossipoliestere in colore RAL 7032 (o diverso se richiesto) bucciato con uno spessore totale di 60-70 micron.
- Polimerizzazione in forno a 180°C

Le caratteristiche dei materiali impiegati sono:

- Legante: Epossipoliestere
- Peso specifico: 1,61 g/cm³
- Resa teorica: 10,4 m²/Kg con spessore medio di 60 micron
- Punto di fusione: 85-95°C
- Granulometria: distribuzione standard tra 5 e 100 micron con dimensione media delle particelle tra 30 e 40 micron
- Indurimento: 12'x190°C (temperatura oggetto)

X.2.3 Disposizione componenti

La disposizione dei componenti all'interno delle apparecchiature è realizzata seguendo la logica dello schema funzionale al fine di realizzare una disposizione degli apparecchi che consenta di:

- minimizzare il percorso dei cavi;
- ottenere un raggruppamento omogeneo di componenti per funzione;
- facilitare l'accessibilità per ispezioni, manutenzioni, taratura e sostituzione dei componenti limitando al massimo il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione.

Nella disposizione dei componenti è previsto, compatibilmente con gli spazi a disposizione, una riserva di spazio pari a circa il 10% del totale.

- Tale spazio è disponibile per eventuali modifiche o aggiunte future.

I contattori con caminetti spegneri arco ed i relè termici sono posizionati in modo da non essere investiti dal flusso d'aria della apparecchiature previste con ventilazione forzata.

Trasformatori e reattanze sono normalmente posizionati sul fondo degli armadi ancorati ad apposite traverse di sostegno. Fino ad un peso massimo di 30Kg per componente, gli stessi

possono essere montati, con opportuni ancoraggi, verticalmente sulle piastre porta strumenti interne.

Le barre Omnibus di distribuzione sono di norma montate nella parte superiore degli armadi (tetto), ancorate utilizzando gli appositi porta sbarre in materiale isolante. Se non diversamente richiesto il complesso Omnibus è di norma costruito in modo da poter resistere ad una sollecitazione di corto circuito pari a 50 KA.

Le scaldiglie (quando previste) sono disposte nella parte inferiore degli armadi in posizione tale da garantire un riscaldamento il più possibile uniforme, senza costituire ostacolo al passaggio dei cavi e concentrazione di calore in prossimità di materiali critici come cavi canaline ecc.

Le lampade di illuminazione interna degli armadi (quando previste) vengono posizionate nella parte alta degli armadi stessi (sottotetto) in modo da garantire una buona illuminazione dei componenti.

Le apparecchiature di controllo vengono ubicate (se possibile) in armadi o cubicoli separati e distanziati dalle parti di potenza e da altre sorgenti di disturbo, in modo tale da consentire un percorso preferenziale dei conduttori di segnale.

Gli apparecchi quali strumenti ausiliari di misura, lampade di segnalazione, pulsanti, selettori, ecc. sono normalmente montati sulle porte raggruppati in modo omogeneo per funzione in accordo con le specifiche funzionali ed allineati anche quando sono montati su più armadi.

X.2.4 Montaggio componenti

Tutti i materiali posizionati sui pannelli interni porta componenti sono montati in modo da garantire un agevole smontaggio e montaggio. Per tutti i componenti che richiedono un fissaggio con viti fino M5, possono essere utilizzate viti autofilettanti e/o autoforanti; oltre tale misura vengono impiegati: fori filettati sulla piastra di supporto;

bussole filettate; dadi a gabbia oppure dadi saldati sul retro del pannello prima della verniciatura.

Tutte le viti e i bulloni impiegati a partire da M6 sono conformi alle tabelle UNI con classe di resistenza 8.8.

Le canale per l'alloggiamento di cavi e fili vengono fissate utilizzando appositi rivetti o viti autofilettanti. Le eventuali canale previste sulle porte sono montate su di un supporto metallico che consente il fissaggio utilizzando gli stessi rivetti e/o viti.

X.2.5 Criteri di cablaggio

Il cablaggio viene normalmente eseguito con cavi flessibili isolati in PVC con temperatura di esercizio di 70°C secondo le norme CEI 20-20, non propaganti fiamma secondo le norme CEI 20-22. La sezione massima utilizzata è di 150mmq (solo in casi eccezionali vengono utilizzati cavi da 185mmq).

I diversi circuiti sono identificati per diversa tipologia dal colore della guaina isolante dei cavi secondo la seguente distinzione:

NERO Circuiti di potenza in C.A. e in C.C.

ROSSO Circuiti ausiliari in C.A.

BLU Circuiti ausiliari in C.C.

ARANCIO Circuiti alimentati da sorgenti esterne al quadro

BLU CHIARO Conduttore di neutro

GIALLO/VERDE Circuito di terra sicurezza/schermi

BIANCO Circuito di terra strumentale (0V)

Le esecuzioni minime dei conduttori per i vari circuiti sono:

2,5mmq Circuiti di potenza

1,0mmq Circuiti ausiliari

0,5mmq Circuiti di controllo e comando

I cablaggi terminanti sulle porte vengono eseguiti con adeguati festoni che consentono movimenti agevoli alla rotazione delle porte stesse. Il fascio dei cavi viene ricoperto e protetto con calza isolante e opportunamente fissato alle estremità. Nel fascio ottenuto sono sempre inseriti conduttori di scorta, per eventuali modifiche successive, pari a circa il 5% dei conduttori attivi.

Particolare attenzione viene posta nel cablaggio di conduttori multipli per segnali di basso livello, generalmente cavi schermati, al fine di evitare interferenze e disturbi provocati dai circuiti di potenza.

Dove è necessario realizzare circuiti comuni con numerose derivazioni vengono impiegate apposite barrette di rame fissate ad adeguati supporti isolanti e opportunamente protette da contatti accidentali.

Tutti i collegamenti alle apparecchiature eseguiti con conduttori di sezione inferiore a 6mmq vengono eseguiti con terminali pre isolati a puntale o forcilla; per i conduttori di sezione superiore vengono impiegati esclusivamente terminali pre isolati ad occhiello.

Tutti i conduttori sono muniti singolarmente, alle due estremità, di identificazione in perfetto accordo con lo schema funzionale. L'identificazione è così composta utilizzando il numero del foglio dello schema più il numero progressivo. Per esempio:

Foglio 8, progressivo 11 8.11

Foglio 11, progressivo 8 11.8

Nel caso di derivazioni da barre principali (Omnibus) o da elementi di protezione di taglia elevata per alimentazioni di bassa potenza (trasformatori ausiliari, strumenti, ecc.) vengono adottati i seguenti criteri:

a- La disposizione dei componenti deve consentire il collegamento con la lunghezza del conduttore inferiore ad un metro;

b- Viene realizzato un percorso cavi separato fase per fase e separato dagli altri cavi;

c- Vengono utilizzate le seguenti sezioni minime in funzione della portata del punto di derivazione:

2,5 mmq portata < 50A

4,0 mmq portata 50 – 200A

10,0 mmq portata 201 – 400A

16,0 mmq portata > 400A

I cavi normalmente utilizzati sono del tipo unipolare in PVC del tipo N07V-K secondo norme CEI 20-20 e CEI 20-22 adatti per temperature di esercizio di 70°C e dimensionati per funzionare con una temperatura ambiente massima di 40°C.

Comunque i cavi per connessioni di potenza hanno sezione minima di 2,5 mmq.

Per canalizzazioni interrate (linea dati e MT), deve essere utilizzato in cavidotto flessibile in polietilene rigido a doppia parete corrugato esternamente con manicotto ad un'estremità, conforme CEI EN 50086, del diametro nominale di 63 mm.

X.2.6 Morsettiere

Le morsettiere previste per le connessioni in uscita (campo) e per quelle interne (armadio – armadio) sono del tipo componibile per montaggio su guida DIN con tensione di esercizio massima di 750Vac e 900Vdc e tensione di prova di 3000Vac 50Hz. Ogni singolo morsetto è identificato con numero e/o sigla in accordo con lo schema funzionale.

Ogni morsettiera viene identificata con una sigla secondo gli schemi funzionali.

Normalmente le morsettiere vengono suddivise per funzioni e per livello:

Morsettiere di potenza (alimentazione utenze 230/400Vac)

Morsettiere ausiliari (alimentazione servizi 24/110 Vac)

Morsettiere segnali analogici basso livello.

La sezione delle morsettiere in uscita (campo) è considerata in funzione dei cavi provenienti dalle utenze, e, dove possibile, utilizzando morsetti di sezione superiore al cavo stesso.

Ad ogni morsetto viene collegato un solo conduttore; nel caso di collegamento di due cavi, vengono usati due morsetti collegati tra loro dalle apposite barrette.

Nelle morsettiere per segnali di controllo con connessione dei cavi schermati è previsto un morsetto apposito per raccogliere lo schermo del cavo dal campo, oppure in alternativa, un'apposita barretta di rame montata nelle immediate vicinanze (distanza inferiore ai 10 cm) della morsettiera stessa.

Nelle morsettiere di potenza la massima sezione di cavo collegata è di 185mmq per una corrente di 310A. Oltre tale corrente vengono predisposte barre di rame opportunamente dimensionate e ancorate.

Negli armadi, se non diversamente indicato, le morsettiere vengono montate nella parte inferiore ad una altezza da terra non inferiore a 300mm.

Se consentito dagli ingombri, in tutte le morsettiere sono previsti alcuni morsetti di scorta. In particolare nelle morsettiere per i segnali di controllo.

X.2.7 Targhette

Tutti i componenti montati sui pannelli interni e sulle porte degli armadi sono identificati con una sigla univoca secondo lo schema funzionale.

I componenti montati sulle porte (pulsanti, selettori, lampade, ecc.) vengono identificati con targhette di dimensioni adeguate, per funzione operativa e di segnalazione oltre all'indicazione dell'utenza riferita per raggruppamento.

Le apparecchiature vengono completate con le seguenti targhe:

- Targa di identificazione societaria del costruttore
- Targa di identificazione (codice apparecchiatura)
- Targa dati tecnici generali (Volt, Amper, Kw, ecc.)
- Numero della commessa
- Targhe di prescrizione antinfortunistica.

X.2.8 Sistemi di messa a terra

Ogni armadi è normalmente provvisto di almeno una barra di rame generalmente ubicata nella parte inferiore dell'armadio stesso e di sezione adeguata alle correnti di guasto come indicato nella seguente tabella secondo la norma CEI 44-5:

- Corrente (A) dimensione barra
- <1250 20x5mm
- 30x5mm
- 40x5mm
- 50x5mm

Tutte le parti mobili o incernierate sono connesse alla struttura portante degli armadi con cavi flessibili giallo/verdi di 16mmq.

Tutti gli apparecchi e le apparecchiature che prevedono il collegamento di terra di sicurezza (cestelli porta schede, trasformatori ausiliari, ecc.) sono connessi a terra utilizzando cavi flessibili giallo/verdi di sezione minima di 6mmq.

Le strutture metalliche di componenti montati all'interno degli armadi (inverter, azionamenti per motori in c.c., alimentatori, ecc.) sono connesse alle barre di terra con cavo giallo/verde di sezione minima di 6mmq.

Tutti i cavi schermati in arrivo dal campo hanno lo schermo connesso alle apposite barre di terra.

X.2.9 Prove e collaudi

Prima di ogni prova o collaudo vengono effettuati i seguenti controlli:

- Verifica aspetto generale dell'apparecchiatura
- Verifica adeguatezza dei componenti di sollevamento (golfari)
- Verifica del corretto montaggio dei componenti
- Verifica collegamenti (sezione dei conduttori)
- Verifica protezione contro i contatti accidentali
- Verifica sigle e targhette
- Battitura circuiti

Il collaudo elettrico prevede, come minimo, prima delle prove funzionali i seguenti test:

- Prova di isolamento

- Prova di rigidità dielettrica.

X.3 Dimensionamento cavi e canalizzazioni

Tutti i cavi elettrici sono dimensionati in funzione di:

- a) portata nominale del conduttore;
- b) caduta di tensione;
- c) riscaldamento per eventuale sovraccarico o corto circuito;
- d) lunghezza massima protetta.

Per il calcolo della portata nominale si è tenuto presente:

- la temperatura ambiente, se diversa da 30°C, coefficiente di correzione H1;
- il coefficiente di raggruppamento di più cavi in aria K1, o interrati K2.

La caduta di tensione massima ammessa non supererà il 4% del valore misurato al punto di consegna dell'impianto utilizzatore. Questo valore sarà così ripartito:

- 2% nel tratto di linea che va dal quadro generale ai quadri secondari;
- 2% nel tratto dei quadri secondari alle singole utenze.

È ammessa la caduta di tensione del 15% nei circuiti di alimentazione motori durante la fase di avviamento.

X.3.1 Cavi BT

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti descritti nelle presenti specifiche saranno rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

Saranno impiegati conduttori unipolari e multipolari che dovranno trovare riferimento nella nuova Norma CEI 64.8 per quanto riguarda la reazione al fuoco e quantità di fumo emessa. In particolare, verranno utilizzati:

- conduttori flessibili unipolari con tensione normale di esercizio 450/750 V tipo FS17 per posa entro tubazioni sui circuiti di energia con tensione fino a 220/380V e per correnti deboli, esclusi i circuiti telefonici, conformi alle Norme CEI 20-20 e 20-22;
- cavi flessibili unipolari o multipolari FG16 conformi alle Norme 20-22. Impiego nei circuiti di energia fino alla tensione di 220/380 V per alimentazioni principali per posa su passerelle e per posa in tubazioni interrate - versione con schermo in treccia di fili di rame a valle degli inverter;

I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio a cui appartengono.

I cavi esterni saranno generalmente posati in polifore nei tratti interrati.

Sulle canalette i cavi saranno posati affiancati ordinatamente su un semplice strato nella distribuzione principale dai quadri principali di bassa tensione fino alla prossimità dell'utenza.

I cavi saranno contrassegnati ogni 20 m con targhetta in p.v.c. fissata con collare plastico, indicante il tipo di impianto o di servizio.

Nei tratti verticali ed inclinati i cavi saranno fissati alle canaline mediante legatura (nel caso di uso di canalette chiuse si dovranno prevedere appositi sistemi di fissaggio all'interno delle canalette stesse).

X.3.2 Passerelle portacavi

Le passerelle e le canalette saranno in lamiera di acciaio inossidabile sia se installate all'aperto sia se installate all'interno dell'edificio.

Le giunzioni saranno eseguite in modo da evitare il pericolo di abrasione della guaina dei cavi durante la posa.

Le canaline saranno fissate alle strutture a mezzo di mensole di sostegno; l'interasse di dette mensole sarà in funzione del carico e tale da non superare una freccia del 1/150 della luce libera

Le canaline avranno un coefficiente di riempimento di 0,7.

Le mensole avranno lo stesso trattamento superficiale delle canaline o passerelle.

X.3.3 Tubazioni metalliche

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 13 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

I tubi seguiranno un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali e accavallamenti.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio.

Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con apposti sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione con interdistanza massima di 150 cm.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni verranno usati particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici verranno fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e consentita la libera circolazione di aria.

In tutti i casi in cui vengono impiegati tubi metallici verrà garantita la continuità elettrica degli stessi, la continuità tra tubazioni e cassette metalliche e qualora queste ultime fossero in materiale plastico sarà realizzato un collegamento tra le tubazioni ed il morsetto interno di terra.

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi a seconda delle prescrizioni indicate nei disegni e nelle descrizioni dei singoli impianti:

- in materiale plastico corrugato di tipo pesante UNEL 37121-70 con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità per la distribuzione nei tratti incassati nelle pareti, nei pavimenti, nei soffitti od ove espressamente richiesto
- in materiale plastico rigido di tipo pesante con contrassegno del marchio italiano di qualità per i percorsi in vista, con raccorderia a tenuta stagna

- in acciaio zincato leggero (tubo non filettabile) con raccordi filettati per le zone umide e/o asciutte sottoposte a sollecitazioni meccaniche elevate e/o a temperature molto basse.

I tubi saranno raccordati a eventuali parti e/o apparecchiature soggette a vibrazioni con raccordi flessibili.

Ogni servizio ed ogni impianto anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione.

X.4 Conduttori

I conduttori utilizzati avranno i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22 e dovranno anche rispondere alle prescrizioni di bassa emissione di fumo e sviluppo di gas tossici secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare i conduttori di neutro devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro ed il bicolore giallo/verde deve essere impiegato unicamente per il conduttore di terra. Per quanto riguarda i conduttori di fase, saranno contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

La sezione dei conduttore di terra non sarà inferiore ai minimi di seguito indicati:

- sezione del conduttore di fase se nella stessa canalizzazione;
- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (Cu) mm²;
- non protetto contro la corrosione 25 (Cu)mm².

In alternativa ai criteri sopraindicati si farà ricorso al calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1 delle Norme CEI 64.8.

X.5 Protezione contro i contatti diretti

Si attua la protezione prevista per i sistemi TT per quanto riguarda l'impianto di messa a terra.

Le protezioni sono coordinate in modo da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

La protezione viene attuata mediante interruttori automatici muniti di dispositivi di massima corrente a tempo inverso, in combinazione con dispositivi di tipo differenziale, in modo da soddisfare, in qualsiasi punto del circuito la condizione:

$$50 > R_a \times I_A$$

dove:

R_a = resistenza in Ohm dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli

I_A = al valore in Ampere della corrente di intervento in un secondo del dispositivo di protezione

X.6 Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni

- 1) $IB \leq I_n \leq I_Z$
- 2) $I_f \leq 1,45 \times I_Z$

Dove

I_B = corrente di impiego del circuito

I_Z = portata in regime permanente della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

X.7 Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Ogni dispositivo di protezione contro i corto circuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione
- tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualunque del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile per i corto circuiti di durata non superiore a 5 secondi il tempo t necessario affinché una data corrente di corto circuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula

$$t = K^2 S / I^2$$

dove:

t = durata in secondi

S = sezione in mm^2

I = corrente effettiva di corto circuito in ampere, espressa in valore efficace

$K = 115$ per conduttori in rame isolati in PVC

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

X.8 Protezione delle derivazioni

Quando vengono eseguite delle derivazioni, è possibile che venga impiegato un conduttore di sezione inferiore a quello della dorsale principale e quindi sono necessarie fare delle valutazioni per verificare la necessità dell'installazione di una idonea protezione sia contro il cortocircuito che contro il sovraccarico.

- Protezione contro il corto circuito

se la lunghezza della derivazione non supera i tre metri, se risulta ridotto al minimo il rischio del corto circuito e se non vi è vicinanza di materiale combustibile non è necessario installare alcuna protezione contro il corto circuito. In caso contrario si deve installare nei pressi della derivazione un idoneo dispositivo di protezione.

- Protezione contro il sovraccarico

in genere la portata della derivazione è inferiore a quella del conduttore principale di dorsale, quindi è necessario proteggere la derivazione contro il sovraccarico. Il dispositivo di protezione contro il sovraccarico può essere posto all'inizio della derivazione, è possibile comunque la posa al termine della derivazione sull'eventuale quadretto di utenza. In quest'ultimo caso la protezione contro il sovraccarico deve essere assicurata dagli interruttori posti a protezione delle singole utenze ricordando che, la somma delle loro correnti nominali deve essere inferiore o uguale alla portata IZ della derivazione

- nei luoghi con pericolo di esplosione e a maggior rischio in caso di incendio ,la protezione contro il corto circuito è richiesta in ogni caso e il dispositivo di protezione contro il sovraccarico deve essere installato all'inizio della condotta.

X.9 Caratteristiche principali apparecchiature impianto elettrico

Nel presente capitolo sono riportate alcune delle caratteristiche delle apparecchiature dell'impianto elettrico.

I dati tecnici riportati dovranno essere verificati ed opportunamente integrati in sede di progettazione esecutiva.

X.9.1 Apparecchiature di media tensione

Quadro di media tensione

Di tipo prefabbricato per interno IP 2X, Norme CEI 17-6.

- Tensione nominale: 24 kV
- Tensione di esercizio: 15/20 kV
- Corrente nominale: 400 A
- Frequenza: 50 Hz
- Corrente di corto circuito: 12,5 kA

Composto da:

N.1 Unità arrivo linea dal basso

Divisori capacitivi di presenza tensione

Sbarre ed accessori di completamento

N.1 Unità protezione generale

Sezionatore rotativo a vuoto (o in SF6) interbloccato con l'interruttore 400 A 24 kV

Interruttore in SF6 400 A 24 kV 12,5 kA con relè elettronico 50-51-51N relè CEI 0-16 RTC contatti NC-NA di segnalazione

Sezionatore di terra interbloccato con l'interruttore Sbarre ed accessori di completamento

N.1 Unità risalita linea

Sbarre ed accessori di completamento

N. 2 Unità protezione trasformatore di potenza

Sezionatore rotativo a vuoto (o in SF6)

FUSIBILI tipo fusarc Vn 24kV In=80 A

Sezionatore di terra interbloccato con l'interruttore

Sbarre ed accessori di completamento

N.2 Unità contenimento trasformatore di potenza (struttura in muratura)

N.1 Porta con grado di protezione IP3X e lucchetto o bullone di chiusura .

n.1 Terna di cavi MT, tipo RG7H1R 12/20KV 3x1x50 mmq

Accessori di cabina

Gruppo statico di continuità (potenza minima 600 VA)

Pulsante di emergenza entro cassetta con vetro a rompere esterno alla cabina.

Guanti isolanti

Estintore a CO2 e lampada di emergenza

Schema d'impianto e cartelli monitori

Trasformatore elettrico trifase (1600 kVA)

Dotato di avvolgimenti in rame o alluminio, isolati in resina epossidica avente le seguenti caratteristiche elettriche e meccaniche:

-Potenza nominale: 1600 kVA

-Classe di isolamento: 24 kV

-Frequenza: 50 Hz

-Tensioni ($\pm 2 \times 2,5\%$): 20 / 0,4 kV/kV

-Gruppo vettoriale: DYn 11

- Tensione di corto circuito: 6 %
- Perdite nel ferro 2200 W
- Perdite nel rame a 75 °C 13000 W
- Dimensioni indicative 1800 x 1300 x 2100 (h) mm.
- Peso indicativo 3600 kg

Il trasformatore è completo d'accessori d'uso quali: golfari di sollevamento, golfari di traino, targa caratteristiche, ruote orientabili, morsetti per il collegamento a terra in acciaio inox, morsettiera sugli avvolgimenti primari per la regolazione $\pm 2 \times 2,5\%$ della tensione nominale, terna di termosonde pt100, sonde cablate in cassetta con morsettiera per il collegamento della centralina termometrica, manuale di uso e installazione.

X.9.2 Apparecchiature di bassa tensione

Quadri elettrici di bassa tensione

Caratteristiche generali:

Norma CEI di riferimento: 17-13/1 fasc. 5862 e europea EN 60439-1

Caratteristiche elettriche e meccaniche

Tensione nominale / esercizio:	400 V
Numero delle fasi:	3
Frequenza:	50 Hz
Corrente nominale sbarre omnibus:	2000 A
Tensione aus. di esercizio:	230/110 Vac
Grado di protezione:	IP 23
Carpenteria :	spessore 15/10
Sbarre:	In rame elettrolitico

Costruzione

Carpenteria in lamiera, accuratamente rifinita e verniciata;

Scomparti accessibili dal fronte ed anteriormente; tutti gli apparecchi e l'intelaiatura del quadro sono messi a terra.

Tutti i collegamenti destinati all'esterno del quadro fanno capo a morsettiere poste in basso a ciascuno scomparto e facilmente accessibili. Tutti gli apparecchi, i collegamenti ed i morsetti saranno contrassegnati con le sigle riportate sugli schemi.

Distribuzione e controllo generale di BT, complesso di sbarre in rame dimensionate, fissate ed isolate a norme, multimetro digitale grandezze elettriche.

Quadro elettrico generale di BT

Il quadro contiene indicativamente montate e collegate le seguenti apparecchiature:

N. 2 sezione "arrivo dal trasformatore da 1600 kVA" composta da:

- n°1 interruttore automatico 4 x 2000 A in esecuzione estraibile provvisto di:
 - relè di max corrente;
 - contatti aux di aperto/chiuso.
- n°1 relè differenziale;
- n°1 complesso di strumentazione di misura ;
- partenze in numero adeguato con interruttore automatico e differenziale per:
 - o palazzina servizi
 - o quadretto sgrigliatore
 - o quadretto pompe
 - o quadretto paratoie
 - o quadretto centralina oleodinamica
 - o sezione automazione
 - o 6 partenze a disposizione per utilizzi generici
 - o contatti puliti riportati in morsettiera per interfaccia con sezione di automazione

Scomparti del Quadro elettrico di BT

Per ciascuna linea avviamento e controllo pompa è previsto:

- interruttore/sezionatore di linea tripolare da 630 A AC22
- fusibili di protezione NH di tipo extra rapidi
- contattore tripolare di linea a doppia rottura 700 A(AC3) completo di contatti ausiliari
- avviatore statico di tipo soft-start a controllo digitale con monitoraggio continuo motore dotato di :
 - o sovraccarico motore

- mancanza fase, mancato avviamento
- sbilanciamento corrente
- termistore motore
- sovratemperatura, stallo motore
- amperometro scala adeguata e riduttore di corrente
- commutatore di scelta comando
- coppia di pulsanti per il comando manuale
- coppia di lampade spia di pompa "in moto – ferma"
- relè ausiliari

Quadro sgrigliatore, composto da:

- salvamotore
- contattore tripolare di linea da 9 A
- predispositore di comando "marcia man – o – automatico"
- lampada spia di segn. pompa "in moto"
- segnalazione ottico-acustica di sgrigliatore "in avaria"

Quadri per ciascuna delle paratoie del manufatto di derivazione, composto da:

- salvamotore
- doppio contattore tripolare di linea
- selettore di comando "apertura-stop-chiusura"
- terna di lampade spia di segnalazione pale "aperte-chiuse-in movimento"
- Circuiti ausiliari di funzionamento e protezione.
- Materiale vario di cablaggio, morsetti di connessione, targhette indicatrici e quanto altro necessario per la realizzazione del quadro a regola d'arte.

X.9.3 Quadro elettrico di automazione e centro di controllo

Quadro elettrico

Si prevede in linea di massima l'installazione delle seguenti apparecchiature, montate e collegate:

N°1 sezione "automazione" comprendente:

- n°1 interruttore magnetotermico per alimentazione PLC e periferica
- filtro antidisturbi e scaricatore di sovratensione
- alimentatore, 230Vac/24Vcc e batterie (UPS)
- centralina d'automazione locale
- PLC a protocollo internazionale
- morsettiera di interfaccia per acquisizione segnali e comandi da e verso il campo.

Telecontrollo

Il sistema di telecomando e telecontrollo, permette la visualizzazione in tempo reale dello stato di funzionamento dell'impianto e consiste essenzialmente nello scambio di informazioni tra le postazioni periferiche dove si trovano unità operative ed organi di manovra ed il centro di controllo.

Le informazioni scambiate si dividono in:

- Informazioni analogiche: parametri per i quali, istante per istante, in fase di connessione, interessa conoscere il valore, nell'ambito del possibile campo di variazione.
- Informazioni di stato: parametri per i quali interessa conoscere esclusivamente lo stato, non esprimibile quantitativamente (ad esempio: valvola aperta o chiusa, pompa in funzione o ferma, ecc.).
- Informazioni di comando: messaggi destinati al comando delle apparecchiature.

La visualizzazione delle informazioni avverrà a mezzo di pagine grafiche (in numero minimo di 5) sul video della locale di servizio.

Il sistema di telecontrollo prevede la visualizzazione dello stato delle utenze ed eventualmente il loro comando da remoto.

PLC

Costituito essenzialmente da una CPU collegata a schede di un'unità ingressi/uscite collegata tramite rete ethernet al posto di controllo e super visione.

La struttura comprende :

- 3 moduli da 32 DI
- 1 moduli da 32 DO interfacciato con modulo a relè
- 2 moduli da 8 AI, AO.

- Scaricatori di sovratensioni della classe C secondo norme VDE 0675, parte 6 conforme alla III categoria delle sovratensioni secondo norme VDE 0110, parte 1. $U_i = 230 \text{ V}$. Sono indicati per proteggere gli impianti a bassa tensione contro le sovratensioni che possono manifestarsi attraverso le scariche atmosferiche e processi di manovra sulla rete.

Funzioni software:

Generali di stazione:

- stati ed allarmi relativi all'intero impianto

- o Grigliatura
- o Movimentazioni paratoie
- o Avviamento pompe
- o Intervento protezioni elettriche
- o Fornitura MT

- memorizzazione degli allarmi con descrizione dettagliata

- visualizzazione livello continuo in vasca, tramite sensore di livello analogico, con impostazione di soglie di avvio-arresto pompe e di allarmi

- gestione completa delle pompe, max numero di pompe in funzione, ritardo di avvio/arresto, ecc)

- ingresso aggiuntivo da interruttore di bassissimo livello a galleggiante per la funzione di allarme

- totalizzazione del numero degli avviamenti e ore di funzionamento per ciascuna pompa

- password di accesso;

Centro di controllo

La dotazione del centro di controllo comprende:

- Personal Computer con processore con frequenza di clock minima di 2,8 GHz, 4 Gbytes di memoria RAM, 250 Gbytes di hard disk, scheda video 64 MB, letto-re/masterizzatore CD-RW 48x IDE, scheda di rete integrata, 1 porta parallela, 1 porta seriale, 4 porte USB, mouse e tastiera

- Monitor LCD a colori 15" - Stampante a getto d'inchiostro A4

- Gruppo di continuità da 600 VA con software di gestione

- Sistema operativo WINDOWS® Vista
- Software SCADA di telecontrollo licenza master caricato e configurato, comprese le pagine sinottiche dedicate
- Applicativi vari per la gestione delle periferiche (stampanti, modem, gruppo di continuità, ecc.). Si prevede l'attivazione del sistema e documentazione, sono previsti anche le seguenti operazioni:
 - Configurazione della stazione periferica per rendere operative le funzioni di automazione locale e la trasmissione dei dati al centro di controllo
 - Attivazione di pagine sinottiche per la raffigurazione al centro di controllo del sollevamento
 - Collaudo generale del sistema
 - Fornitura di n. 2 copie dei manuali generali di impianto.-

X.9.4 Impianto di illuminazione interno

L'impianto consentirà:

- l'illuminazione di tutti i locali servizi con plafoniere 2 x 36 W ed 1x36 W, IP 55 con tubi fluorescenti in quantità e del tipo necessari a garantire una buona illuminazione dei locali comandata da interruttori/deviatori disposti nei singoli locali
- l'illuminazione di emergenza automatica di tutti i locali con plafoniere a batterie ricaricabili
- l'impianto prese 2P+T marchio IMQ
- accessori di completamento (cassette in PVC, tubazioni RK15, interruttori e deviatori IP 44, gruppo prese CE, cavi di collegamento).

X.9.5 Impianto di illuminazione esterna

- proiettori blindati e rete antisfondamento, armature stagne IP 54 da installare a parete sul locale servizi da 250 kW cad
- interruttore crepuscolare (già sul quadro generale servizi)
- accessori di completamento, cavetteria
- interruttore manuale.

X.9.6 Apparecchiature elettriche

Devono essere fornite le apparecchiature elettriche per i locali servizi composte da: n°1 scaldacqua elettrico da 15 l, n°1 termoventilatore elettrico da 600W, n°1 ventilconvettore elettrico da parete 3 kW.

X.9.7 Impianto di terra

L'impianto di terra prevede:

- dispersori in acciaio zincato
- corde di rame nudo e rivestite G/V
- collettore di terra principale da realizzare con piatto di rame di adeguata sezione al quale faranno capo tutti i collegamenti equipotenziali
- realizzazione di anello equipotenziale
- collegamento della maglia di acciaio, predisposta su tutta la superficie dei locali servizi compreso marciapiede esterno
- collegamenti di fatto di tutte le strutture metalliche e comunque di tutte le carcasse con apparecchiature in tensione.

X.9.8 Telecontrollo a distanza

Il software sarà costituito da un pacchetto di supervisione e controllo di processo in ambiente Windows, in grado di offrire all'operatore finale svariate possibilità di interagire con la stazione periferica remota. Il pacchetto sarà completamente in italiano e di facile uso, consentendone l'utilizzo anche ad operatori che non dispongano di conoscenze informatiche particolarmente approfondite. Il software comprenderà anche un'interfaccia grafica di ottima risoluzione che, grazie a composizioni di immagini che riproducano gli impianti, ne renda semplice ed intuitiva l'operatività. Risulterà pertanto rapida l'interazione con la stazione remota, con l'ausilio di finestre (pannelli operatore) tipiche dell'ambiente Windows. Il software di supervisione sarà concepito in modo tale da essere espandibile illimitatamente sia per il numero di stazioni periferiche da inserire, sia relativamente al numero di variabili da telecontrollare e sarà in grado di offrire all'utilizzatore finale le seguenti funzionalità:

- collegamento con le stazioni periferiche mediante linea telefonica commutata, oppure tramite GSM con possibilità di chiamate manuali da operatore e di chiamate automatiche su calendario di impostazione. Il software sarà inoltre predisposto anche per chiamate tramite linea dedicata, ponte radio, rs232, ecc.
- interfaccia grafica per il monitoraggio e controllo in tempo reale, usata dagli operatori per interagire con il sistema, rappresentata da pagine grafiche sinottiche raffiguranti gli impianti, attraverso le quali deve essere possibile visualizzare lo stato delle macchine e delle grandezze fisiche da controllare;
- visualizzazione e riconoscimento di allarmi in tempo reale, grazie al quale l'operatore finale sarà in grado di rilevare l'insorgere di una situazione di allarme correlata di descrizione e data dell'evento. L'operatore oltre che a livello di visualizzazione sarà avvertito della situazione di allarme anche tramite segnalazione acustica emessa dall'elaboratore;
- stampa in tempo reale degli allarmi tramite idoneo modulo che permetta di stampare direttamente tutti gli allarmi provenienti dalla stazione remota e consenta, inoltre, di stabilire priorità di allarmi diversi in base alla loro gravità e quindi di stampare, attraverso un filtro, un "report" con gli allarmi suddivisi a seconda della loro priorità o gravità;
- stampa di report degli allarmi storici tramite idoneo modulo che permetta di stampare tutti gli allarmi pervenuti dalla stazione remota memorizzati dal centro, impostando semplicemente tramite una tabella, il periodo iniziale e finale del "report" da eseguire. Anche in questo caso sarà possibile, attraverso un filtro, stampare un report con gli allarmi suddivisi a seconda della loro priorità o gravità;

- memorizzazione e visualizzazione di trend dinamici e storici tramite apposito modulo che consente di memorizzare e di visualizzare l'andamento di tutte le grandezze controllate tramite l'utilizzo di "pagine grafiche di trend" nelle quali l'operatore possa impostare il periodo di visualizzazione desiderato ed il tipo di curva da associare ad ogni misura;
- esportazione dei dati in formato Excel per Windows tramite idoneo modulo che permette ad uno "scheduler" di convertire i dati pervenuti e memorizzati dal centro e renderli disponibili in file per Excel, grazie al quale l'operatore potrà crearsi un proprio database o tracciare grafici o rappresentazioni riassuntive personalizzate. Inoltre, il programma prevederà uno "scheduler" automatico, che permetterà all'operatore di impostare la periodicità e la quantità dei dati da esportare ad orari prestabiliti in via continuativa;
- stampa di andamenti dei trend storici tramite modulo che permette all'operatore di eseguire delle stampe sotto forma di grafici degli andamenti delle misure telecontrollate, permettendo contemporaneamente all'operatore di decidere l'intervallo temporale della stampa da eseguire;
- stampa di report istantanei del valore delle misure controllate tramite modulo che permette all'operatore di eseguire delle stampe, in formato tabellare, di report dei valori istantanei delle grandezze controllate. Questo tipo di report si potrà eseguire anche tramite uno "scheduler" a tempo, che a seconda dell'intervallo impostato dall'operatore, produca automaticamente i report desiderati;
- gestione password tramite idoneo sistema di gestione password in dotazione al software grazie al quale saranno abilitati operatori che avranno diritti o limitazioni sulla gestione del sistema di supervisione.

Il software di telecontrollo potrà essere connesso tramite modem o linea telefonica dedicata ad altre postazioni remote.