

**INDICE**

<b>CAPO I : QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
ART. N. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO - TRASPORTO .....	7
1.1 Condizioni generali .....	7
1.2 Prove.....	7
1.3 Trasporto dei tubi e dei pozzetti ed immagazzinaggio.....	8
ART. N. 2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI .....	8
2.1 Materiali per conglomerati cementizi semplici od armati.....	9
2.2 Metalli e leghe metalliche.....	10
2.3 Legnami .....	13
2.4 Cementi.....	14
2.5 Tubazioni .....	14
2.6 Materiali per pavimentazioni stradali .....	24
2.7 Guaine di gomma sintetica .....	27
2.8 I laterizi.....	28
2.9 Mattoni.....	28
2.10 Pietre naturali e marmi.....	28
2.11 Materiali ceramici .....	29
2.12 Impermeabilizzazioni.....	29
2.13 Vetri e cristalli .....	29
2.14 Prodotti per tinteggiatura.....	31
2.15 Manufatti .....	34
2.16 Isolanti.....	35
2.17 Materiali per sistemazioni a verde e opere del paesaggio .....	37
<b>CAPO II : NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>48</b>
ART. N. 3 TRACCIAMENTI .....	48
ART. N. 4 SCAVI - GENERALITA' .....	48
ART. N. 5 SCAVI DI SBANCAMENTO E SPLATEAMENTO .....	49
ART. N. 6 SCAVI PER APERTURE DI FOSSI E CANALI .....	50
ART. N. 7 SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA .....	50
ART. N. 8 FONDAZIONE DELLE OPERE D'ARTE.....	51
8.1 Indagini sui terreni .....	51
8.2 Fondazioni profonde.....	51
ART. N. 9 DRENAGGI .....	52
9.1 Drenaggi o vespai tradizionali .....	52
9.2 Drenaggi con filtro in geotessile.....	52
ART. N. 10 SCAVI E REINTERRI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE.....	53
10.1 Generalità.....	53
10.2 Scavi.....	53
10.3 Reinterri.....	55
ART. N. 11 FRESATURA PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE .....	57
ART. N. 12 OPERE PROVVISORIALI .....	58
ART. N. 13 RILEVATI STRADALI .....	58
ART. N. 14 RILEVATI ARGINALI.....	60
ART. N. 15 RILEVATI ADDOSSATI ALLE MURATURE .....	60
ART. N. 16 ABBASSAMENTO DELLA FALDA FREATICA.....	60
ART. N. 17 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE CON FUNZIONAMENTO A PELO LIBERO .....	61
ART. N. 18 PROVE DI TENUTA DEI CONDOTTI FUNZIONANTI A PELO LIBERO .....	61
ART. N. 19 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE CON FUNZIONAMENTO IN PRESSIONE.....	62
ART. N. 20 PROVE DI TUBAZIONI A PRESSIONE IN OPERA .....	66
ART. N. 21 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO .....	66
ART. N. 22 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE .....	69
ART. N. 23 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI DI POLIVINILCLORURO (P.V.C.) .....	69

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

ART. N. 24 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI IN GRÈS CERAMICO .....	70
ART. N. 25 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI IN P.R.F.V. (PLASTICA RINFORZATA CON FIBRE DI VETRO) .....	70
ART. N. 26 POSA IN OPERA DI CONDOTTE .....	72
ART. N. 27 PEZZI SPECIALI PER CONDOTTE A PELO LIBERO .....	72
ART. N. 28 PEZZI SPECIALI PER CONDOTTE IN PRESSIONE .....	73
ART. N. 29 APPARECCHIATURA IDRAULICA PER CONDOTTE IN PRESSIONE .....	74
29.1 Prescrizioni generali.....	74
29.2 Prescrizioni Operative.....	75
29.3 Prescrizioni particolari per le saracinesche.....	75
ART. N. 30 SFIATI PER ACQUEDOTTO .....	76
ART. N. 31 CAMERETTE PER APPARECCHIATURE .....	76
ART. N. 32 MANUFATTI IN CEMENTO ARMATO A CORREDO DELLE CONDOTTE A PELO .....	76
ART. N. 33 MANUFATTI PARTICOLARI.....	76
ART. N. 34 ALLACCIAMENTI DI FOGNATURA .....	77
ART. N. 35 ALLACCIAMENTI DI ACQUEDOTTO .....	77
ART. N. 36 ATTRAVERSAMENTI .....	78
ART. N. 37 LAVAGGI E DISINFEZIONI PER ACQUEDOTTO .....	78
37.1 Prescrizione per acquedotti già in servizio.....	78
37.2 Lavaggio e disinfezione .....	79
ART. N. 38 VERIFICHE E RIPARAZIONI DI FOGNATURE.....	79
38.1 Verifica di fognature.....	79
ART. N. 39 MANTELLATE DI RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE .....	80
39.1 Mantellate in lastre.....	80
39.2 Mantellate in grigliato articolato .....	81
ART. N. 40 RIVESTIMENTO SCARPATE CON PIETRAMME DA SCOGLIERA SIGILLATO.....	81
ART. N. 41 CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE OD ARMATO.....	81
41.1 Generalità.....	81
41.2 Prescrizioni tecniche.....	83
ART. N. 42 CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE .....	94
ART. N. 43 PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI.....	95
ART. N. 44 ACCIAIO PER C.A. ....	95
44.1 Generalità.....	95
44.2 Acciai per barre tonde lisce - Fe B 22 K e Fe B 32 K.....	95
44.3 Acciai per barre ad aderenza migliorata Fe B 38K e Fe B 44K .....	96
44.4 Acciai per c.a.p.: fili, barre, trecce, trefoli .....	96
44.5 Acciai non controllati in stabilimento.....	96
44.6 Acciai controllati in stabilimento.....	96
ART. N. 45 MALTE E INTONACI.....	96
ART. N. 46 TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE .....	98
ART. N. 47 OPERE METALLICHE .....	100
47.1 Opere in ferro .....	100
47.2 Opere metalliche in genere (tubazioni e carpenteria).....	103
47.3 Attrezzature.....	103
47.4 Operazioni preliminari di saldatura.....	104
ART. N. 48 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	105
48.1 Generalità'-Tecnica operativa - Responsabilità' .....	106
48.2 Disposizioni antinfortunistiche .....	106
48.3 Accorgimenti e protezioni.....	106
48.4 Limiti di demolizione .....	106
48.5 Diritti dell'Amministrazione.....	106
ART. N. 49 PALI DI FONDAZIONE E DIAFRAMMI .....	106
49.1 Pali di fondazione.....	106
49.2 Diaframmi.....	112
ART. N. 50 CORDONATE STRADALI .....	113
ART. N. 51 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE .....	114
51.1 Caratteristiche del materiale da impiegare .....	114

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

51.2	Modalità esecutive .....	114
51.3	Prescrizioni di carattere generale .....	115
ART. N. 52	CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER) E TAPPETO DI USURA .....	115
52.1	Descrizione .....	115
52.2	Materiali inerti.....	115
52.3	Legante .....	116
52.4	Miscele.....	116
52.5	Controllo dei requisiti di accettazione.....	118
52.6	Formazione e confezione degli impasti.....	118
52.7	Posa in opera degli impasti .....	118
52.8	Scarificazione di pavimentazioni esistenti .....	119
52.9	Miscele e conglomerati confezionati con bitume modificato .....	119
52.10	Trattamento superficiale in "mono strato" realizzato con emulsione prodotta da bitumi modificati con S.B.S. radiali e graniglie di prima categoria.....	121
52.11	Microtappeto a freddo "SLURRY SEAL".....	123
52.12	Trattamento superficiale "SPLITTMASTIX" realizzato con bitumi modificati tipo HARD e pietrischi di origine effusiva .....	126
52.13	Conglomerato bituminoso per strati di base e bynder ad alto modulo complesso .....	128
52.14	Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura .....	133
ART. N. 53	BARRIERE DI SICUREZZA.....	135
ART. N. 54	BARRIERE FONOASSORBENTI.....	136
ART. N. 55	SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	137
ART. N. 56	SEGNALETICA VERTICALE.....	137
ART. N. 57	SERBATOI E VASCHE IN CALCESTRUZZO.....	140
ART. N. 58	SMALTIMENTO RIFIUTI DA DEMOLIZIONI E SCAVI.....	141
ART. N. 59	PULIZIA DELLE CONDOTTE DI FOGNATURA .....	141
ART. N. 60	ISPEZIONE TELEVISIVA.....	142
ART. N. 61	MISURATORI TRASMETTITORI DI PORTATA AD INDUZIONE MAGNETICA .....	142
61.1	Caratteristiche di installazione.....	142
61.2	Caratteristiche di funzionamento e dimensionali .....	143
ART. N. 62	PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA.....	143
62.1	Accettazione impianto di perforazione.....	143
62.2	Rilievo esecutivo preliminare alle operazioni di perforazione .....	143
62.3	Perforazione pilota.....	144
62.4	Alesatura.....	144
62.5	Tiro.....	144
62.6	Tronco utile.....	145
62.7	Rilievo ed ispezione di collaudo della condotta installata mediante HDD.....	145
ART. N. 63	OPERE A VERDE E DEL PAESAGGIO .....	146
63.1	Conservazione e recupero delle piante esistenti nella zona .....	146
63.2	Accantonamento degli strati fertili del suolo e del materiale di scavo.....	146
63.3	Pulizia dell'area del cantiere .....	146
63.4	Garanzia di attecchimento e per tappeti erbosi.....	146
63.5	Pulizia generale del terreno .....	146
63.6	Lavorazione del suolo.....	147
63.7	Drenaggi localizzati e impianti tecnici.....	147
63.8	Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno - Impiego di fitofarmaci e diserbanti....	147
63.9	Tracciamenti e picchettature .....	147
63.10	Preparazione delle buche e dei fossi .....	148
63.11	Apporto di terra di coltivo .....	148
63.12	Preparazione del terreno per i prati.....	148
63.13	Opere antierosione .....	148
63.14	Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli.....	148
63.15	Alberi, arbusti e cespugli a foglia caduca.....	149
63.16	Alberi, arbusti e cespugli sempreverdi .....	149

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

63.17	Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni, biennali e annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti .....	149
63.18	Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri .....	149
63.19	Formazione dei prati .....	149
63.20	Semina dei tappeti erbosi.....	150
63.21	Messa a dimora delle zolle erbose.....	150
63.22	Inerbimenti e piantagioni di scarpate e di terreni in pendio .....	150
63.23	Protezione delle piante messe a dimora .....	150
63.24	Creazione e sistemazione di aiuole e rivestimenti a completamento di opere stradali.....	150
63.25	Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia.....	155
<b>CAPO III : SPECIFICHE TECNICHE PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....</b>		<b>157</b>
ART. N. 64	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RELATIVE AI MATERIALI E NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO....	157
ART. N. 65	MODALITÀ PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	159
ART. N. 66	TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	162
66.1	Mescolazione e diluizione delle vernici.....	163
66.2	Condizioni ambientali e atmosferiche .....	163
66.3	Verniciatura.....	163
66.4	Preparazione delle superfici.....	163
66.5	Cicli di verniciatura.....	164
66.6	Condizioni di esposizione ambientale: atmosfera non aggressiva .....	164
66.7	Condizioni di esposizione ambientale: atmosfera marina o in prossimità di bacini con liquami salmastri. 164	
66.8	Condizioni di esposizione ambientale: atmosfere industriali .....	164
66.9	Condizioni di esposizione ambientale: atmosfere molto aggressive o industriali aggressive .....	165
66.10	Condizioni di esposizione ambientale: contatto con aggressivi chimici ed acqua (parte immersa) .....	165
66.11	Condizioni di esposizione ambientale: alte temperature.....	165
ART. N. 67	ZINCATURA .....	165
67.1	Zincatura dei giunti di saldatura .....	166
ART. N. 68	GARANZIE SUI RIVESTIMENTI E LE ZINCATURE .....	166
68.1	Generalità.....	166
68.2	Garanzia sulla qualità del prodotto.....	166
68.3	Garanzia sulla qualità dell'applicazione.....	166
68.4	Garanzia della durata del rivestimento .....	166
68.5	Garanzia sulle zincature.....	167
ART. N. 69	ELETTROPOMPE .....	167
69.1	Condizioni di funzionamento .....	167
69.2	Pressioni e temperatura di progetto .....	167
69.3	Fusioni .....	167
69.4	Corpo pompa .....	167
69.5	Tenute .....	168
69.6	Bilanciamento statico .....	168
69.7	Bilanciamento dinamico .....	168
69.8	Lubrificazione .....	168
69.9	Giunti d'accoppiamento .....	168
69.10	Basamenti pompe orizzontali.....	168
69.11	Flangiature e connessioni.....	168
ART. N. 70	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....	168
ART. N. 71	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....	189
71.1	Funzionamento e caratteristiche.....	189
71.2	Il software .....	190
ART. N. 72	LAVORI ACCESSORI.....	191
ART. N. 73	VERIFICHE E COLLAUDI .....	191
ART. N. 74	ATTIVITÀ DEL COMMITTENTE, ATTIVITÀ' E RESPONSABILITÀ' DEL FORNITORE .....	194
ART. N. 75	CARATTERISTICHE DA DICHIARARE.....	195
ART. N. 76	TUBI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO .....	195
76.1	Tubazioni in acciaio normale, materiali e spessori.....	195

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

76.2	<i>Rivestimenti protettivi di tubazioni interrate</i> .....	196
76.3	<i>Giunzioni</i> .....	198
ART. N. 77	CURVE, RACCORDI .....	200
ART. N. 78	TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX .....	200
78.1	<i>I processi di decapaggio per acciaio inox</i> .....	204
78.2	<i>La passivazione</i> .....	204
78.3	<i>Le giunzioni</i> .....	204
ART. N. 79	CARATTERISTICHE DEGLI ORGANI DI INTERCETTAZIONE .....	205
ART. N. 80	CAMPIONATURA DEI MATERIALI.....	206

## **DEFINIZIONI**

Nel presente Capitolato Speciale d'appalto si intende per:

<b>Stazione appaltante:</b>	Etra S.p.A.
<b>L. 109/94:</b>	Legge quadro in materia di lavori pubblici n. 109 del 11/02/94 e successive modificazioni e integrazioni
<b>Regolamento:</b>	Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11/02/94 n. 109 e successive modificazioni. Decreto del Presidente della Repubblica 21/12/99 n. 554
<b>Capitolato Generale d'Appalto:</b>	Il "Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto. dei lavori pubblici, ai sensi dell'art. 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni" di cui al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 19/04/00 n. 145
<b>C.S.d'A.</b>	Il presente Capitolato Speciale d'Appalto redatto ai sensi della legge 109/94 e s.m.ei.
<b>D.L.gs 494/Bis</b>	D.Lgs. 494/96 coordinato con il D.Lgs.528/99
<b>P.S.C.</b>	Piano di Sicurezza e Coordinamento previsto da D.Lgs. 494/Bis

PARTE I<sup>A</sup> : PRESCRIZIONI TECNICHE

**CAPO I : QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

**ART. N. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO - TRASPORTO**

**1.1 Condizioni generali**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo apposito articolo; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno soddisfare i requisiti richiesti dai Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

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

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN 29001 o ISO 9002/CEN 29002. L'Impresa ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della DD.LL.

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

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

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

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

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

**1.2 Prove**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni presso laboratori ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

I risultati ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Per qualsiasi tipo di prove relative ai conglomerati cementizi e alle strutture metalliche, si richiamano i contenuti del D.M. 14/02/1992 pubblicato sul supplemento della G.U. n. 65 del 18/03/1992. Per qualsiasi tipo di prove relativo agli altri materiali si richiamano le normative U.N.I. vigenti, od in difetto quelle I.S.O., per ciascun campo di applicazione.

L'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, ad effettuare nei punti del cantiere indicati dalla DD.LL. i prelievi di calcestruzzo (ogni prelievo deve corrispondere almeno ad un gruppo di 4 provini), curare la confezione dei provini e la relativa stagionatura; il tutto secondo quanto prescritto dal D.M. 14/02/1992 allo scopo di controllare la "resistenza caratteristica alla compressione" (R'bk come definito dalle norme citate) del calcestruzzo.

La resistenza alla trazione viene valutata secondo la "prova brasiliana" di cui alla norma UNI 6135.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

La resistenza alla flessione viene valutata con la prova di cui alla norma UNI 6133. la resistenza caratteristica a trazione e flessione viene determinata in base ai criteri statistici esposti nel già citato D.M. 14/02/1992.

Il valore richiesto per il ritiro è quello massimo da raggiungersi dopo 90 giorni dalla confezione con la prova UNI - 6555.

Il campo di valori richiesto per il modulo elastico deve essere ottenuto su un qualunque provino e sottoposto, dopo 90 giorni, dalla confezione, alla prova UNI 6556 (modulo elastico secante alla compressione).

Il contenuto d'aria è quello massimo ammissibile nel calcestruzzo fresco, determinato con la Norma UNI 6395.

Quando tra le caratteristiche richieste figurino la dizione a perfetta tenuta idraulica il coefficiente K del calcestruzzo deve risultare inferiore a  $1 \times 10^{-7}$  cm/s;

In ambo i casi la permeabilità deve essere misurata su provini cubici posti entro una guarnizione di lattice di gomma chiusa da piastre metalliche e racchiusi in una campana metallica a tenuta.

La pressione idraulica deve venire applicata alla faccia inferiore del provino (ravvivata con leggera martellinatura) mentre da quella superiore si raccoglie, con opportuno dispositivo, l'eventuale acqua permeata.

La tenuta laterale è da realizzarsi esercitando una pressione idrostatica superiore a quella di prova di circa 5 atm. contro la guaina entro cui sono racchiusi i provini stessi.

Ai provini (previamente imbibiti sino a peso costante per immersione in acqua a pressione atmosferica) viene applicata una pressione gradualmente crescente fino a 14 atm.: 2 giorni a 2,5 atm., 2 giorni a 5 atm., 2 giorni a 7,5 atm., 2 giorni a 10 atm. e quindi la massima pressione di 14 atm.

La pressione ultima di prova viene mantenuta costante per 10 giorni.

Le prove avranno inizio a 90 giorni di stagionatura; si riterrà quale passante in acqua la permeazione media registrata negli ultimi 10 giorni di cui è stata applicata la massima pressione. Il coefficiente di permeabilità è dato da:

$$K = (Q \times h) / (S \times T \times H) \quad \text{in cm/sec.}$$

dove:

Q = passante in acqua in cm<sup>3</sup>

h = altezza provino in cm

S = superficie di prova filtrante in cm<sup>2</sup>

T = tempo in secondi

H = carico idrostatico in cm

Le prove cui verranno sottoposti i manufatti e le tubazioni saranno, generalmente, quelli previsti nelle normative di riferimento per i singoli materiali, e negli articoli del Presente Capitolato senza esclusione di altre prove che la Direzione Lavori vorrà eventualmente e ulteriormente effettuare.

In particolare sul 5% (cinque per cento) dei manufatti (tubi, flange, pezzi speciali, ecc.) appartenenti ad ogni lotto (intendendosi per lotto il complesso dei pezzi di uguale diametro presentati al collaudo e costituenti una parte o il totale della fornitura) verranno effettuate le seguenti prove:

- controllo visivo;
- prove di rottura, scoppio, schiacciamento, fessurazione;
- controllo delle marcature, ecc.

### 1.3 Trasporto dei tubi e dei pozzetti ed immagazzinaggio

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non dovranno essere buttati né fatti strisciare, ma dovranno essere accuratamente sollevati ed appoggiati. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi.

## ART. N. 2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo precedente, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso ma-

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

teriale, sarà fatta di volta in volta in base al parere della DD.LL, la quale, per i materiali da acquistare, rifiuterà il proprio benessere per quelli che non provengono da produttori di provata capacità e serietà, o non possedenti le certificazioni di cui all'articolo precedente.

#### 2.1 Materiali per conglomerati cementizi semplici od armati

Le qualità dei materiali dovranno corrispondere alle caratteristiche prescritte nella legge 5/11/1971 n. 1086, ed al D.M. 14/2/1992 pubblicato sul supplemento ordinario n. 55 della Gazzetta Ufficiale n. 65 del 18/03/1992.

In particolare:

##### Sabbia

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granita o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà apprestare a porre a disposizione della Direzione gli stacci UNI 2332/1.

##### \* Sabbia per murature in genere

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332/1

##### \* Sabbia per intonaci ed altri lavori

Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332/1.

##### \* Sabbia per conglomerati

Dovrà corrispondere ai requisiti dal D.M. 14 febbraio 1992, All. 1, punto 2., nonché per quanto compatibile, alle caratteristiche e limiti di accettazione di cui alle norme UNI 8520/1 ed UNI 8520/2. La categoria (A, B o C) sarà rapportata alla classe dei conglomerati.

La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm.) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

##### Ghiaia-Pietrisco

I materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materia eterogenee od organiche. Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvisionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

##### \* Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi

Dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 14 febbraio 1992, All. 1, punto 2 e, per quanto compatibile, ai requisiti di accettazione di cui alle norme UNI 8520 precedentemente citate. La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dalla Direzione in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interfero e per le strutture in generale il 25% della minima dimensione strutturale. La categoria (A, B o C) sarà rapportata alla classe dei conglomerati.

##### Pomice

Posta in commercio allo stato granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra di sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei. Per gli impieghi strutturali inoltre dovrà possedere una resistenza meccanica granulata (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

## 2.2 Metalli e leghe metalliche

I metalli e le leghe metalliche debbono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, faglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucilatura e simili.

Per tutti i materiali ferrosi saranno presentati, su richiesta della Direzione Lavori, i certificati di provenienza e quelli delle prove effettuate presso le ferriere e fonderie fornitrici. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D.M. 29/02/1908 modificate dal D.M. 15/07/1925 e del R.D. 16/11/1939 n. 2229, nonché delle specifiche norme UNI con particolare riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN - 10020 Definizione e classificazione dei tipi di acciaio

UNI EU - 27 Designazione convenzionale degli acciai

UNI 7856 Ghise gregge. Definizioni e classificazioni.

ISO 1083 Ghisa a grafite sferoidale. Classificazione.

e presentare inoltre, secondo la loro qualità, taluni particolari requisiti qui sotto indicati. Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.

### Ferro comune

Deve essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace. Esso deve essere malleabile, facilmente saldabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature; non deve presentare saldature od altre soluzioni di continuità.

### Profilati

Sagomati a freddo o a caldo per la costruzione dei parapetti, scalette, telai ecc. saranno di acciaio AQ 42 o 50 conforme alle tabelle UNI 2633 - ediz. 1964 per profilati, barre e larghi piatti ed UNI 1964 n. 53335 per lamiere od equivalente Fe 42. Quelli per la costruzione di paletti da recinzione saranno in acciaio Fe 37 conforme alle tabelle UNI 5334/64.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163/1/2/3.

### Reti e lamiere striate per protezione

Saranno in acciaio conforme alle tabelle UNI 5334 e modifiche seguenti.

### Acciai

#### \* Acciai per armature di conglomerati

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità, scorie, soffiature, saldature ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Essi inoltre dovranno essere controllati in stabilimento.

Pure essi dovranno soddisfare a tutte le condizioni previste dal D.M. 14/2/1992 pubblicato sul supplemento ordinario n. 55 della Gazzetta Ufficiale n. 65 del 18/03/1992, che si intendono interamente trascritte nel presente Capitolato.

Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non inferiore a tre mesi a quella di spedizione, salvo quanto previsto al punto 2.2.8.2. del D.M. citato.

I controlli in cantiere sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri di cui al punto 2.2.8.2 (1) ed effettuati con il prelievo di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di ciascuna partita di comune provenienza. Le prove, da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale, accerteranno la resistenza e la duttilità del materiale. Eventuali risultati anomali, saranno dal Direttore dei Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP.

#### \* Acciaio per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204). Il prelievo dai campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407 salvo quanto stabilito

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

al punto 2.2.8.2., Parte 1a, del Decreto citato. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle EN 10002/1a (1990), UNI 564 ed UNI 6407, salvo indicazioni contrarie o complementari.

L'acciaio per barre tonde lisce dovrà possedere le proprietà indicate nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Designazione del tipo di acciaio	
	Fe B 22k	Fe B 32k
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 215	≥ 315
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 335	≥ 490
Allungamento A5 %	≥ 24	≥ 23
Piegamento a 180° su mandrino con diametro D	2d	3d

L'acciaio ad aderenza migliorata, caratterizzato dal diametro della barra tonda equipesante, dovrà possedere le caratteristiche parzialmente indicate nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Designazione del tipo di acciaio	
	Fe B 38k	Fe B 44k
Tensione caratteristica di snervamento $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 375	≥ 430
Tensione caratteristiche di rottura $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 450	≥ 540
Allungamento A5 %	≥ 14	≥ 12

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR - uni 10020-71

\* Acciaio in fili lisci o nervati

I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm, dovranno corrispondere, per l'impiego nel cemento armato, alle proprietà indicate nel prospetto 3 di cui al punto 2.2.4, Parte I delle "Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 14 febbraio 1992 e successive modifiche ed integrazioni.

\* Reti di acciaio elettrosaldate

Dovranno avere fili elementari compresi fra 5 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nel prospetto 4 di cui al punto 2.2.5., Parte I, delle "Norme tecniche".

\* Acciai per cemento armato precompresso

Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), su bobine (trefoli) ed in fasci (barre). I fili dovranno essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo (liscio, ondulato, con impronte) dovrà essere esente da saldature: Sono ammesse le saldature sui fili componenti le trecce effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché le saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

Dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 2.3., Parte I, delle "Norme tecniche", nonché le altre disposizioni che, in materia, venissero successivamente emanate.

\* Acciai per strutture metalliche

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella Parte II delle "Norme tecniche" di cui al D.M. 14 febbraio 1992 più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni.

Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) dovranno essere del tipo Fe 360 (Fe37), del tipo Fe 430 (Fe44) o del tipo Fe 510 (Fe 52) definiti, per le caratteristiche meccaniche al punto 2.1.1 della Parte II delle "Norme Tecniche" di che trattasi e di cui si riporta, parzialmente, il prospetto 2-1:

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Simbolo Adottato	Simbolo UNI	Caratteristica	Fe 360	Fe 430	Fe 510
$f_t$	Rm	Tensione di rottura a trazione N/mm <sup>2</sup>	≥ 360	≥ 430	≥ 510
$f_y$	Re	Tensione di snervamento N/mm <sup>2</sup>	≥ 235	≥ 275	≥ 355

Tra gli acciai dei tipi indicati rientrano pertanto gli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 dei gradi B, C, D, della EN 10025.

Rientrano anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate nel prospetto 2-1 citato. Per i profilati cavi, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C, D delle UNI 7806 e 7810, rientrano anche altri tipi purché rispondenti alle caratteristiche di cui al prospetto 2-It del punto 2.1.1.2 delle "Norme tecniche":

\* Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cerniere, apparecchi di appoggio fissi o mobili, dovrà essere del tipo come prescritto nell'art. relativo ai lavori in ferro e speciali, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

\* Acciaio inossidabile

L'acciaio inossidabile per costruzione di condotte dovrà essere conforme alle norme AISI 304 o AISI 316, a seconda delle previsioni di progetto o delle indicazioni della Direzione dei Lavori.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme: UNI 3666/65, 4008/66, 4009/66, 4261/66, 4262/66, 4263/65, 4530/73, 5687/73, 5890/66, 5891/66, 6375/68, 6376/68.

Piombo

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di cui alle norme di unificazione UNI 3165 e 6450. Nella qualità normale (dolce o da gas) il piombo dovrà essere duttile, di colore grigio, brillante al taglio ed insonoro alla percussione.

Stagno e sue leghe

Dovranno essere conformi alla normativa UNI 3271 ed UNI 5539.

Zinco

Dovrà essere conforme alla normativa UNI 2013 ed UNI 2014. Le lamiere (UNI 4201), i nastri (UNI 4202), i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, prive di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature ecc.

Rame e sue leghe

\* Rame

Dovrà essere conforme alla normativa UNI 5649-1. Per i tubi, oltre che al D.P.R. 3 agosto 1968, n. 1095 si farà riferimento alla seguente norma:

UNI 6507 - Tubi di rame senza saldatura per distribuzione fluidi - Dimensioni, prescrizioni e prove.

I tubi dovranno essere fabbricati con rame CU-DHP; valgono per le prove di trazione, allargamento e schiacciamento le UNI 7268, 7269 e 7270. Lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 33110/2/3/4.

\* Ottone

Si rimanda, per le prescrizioni, alle specifiche voci di fornitura previste con tale materiale.

Alluminio e sue leghe - Alluminio Anodizzato

\* Alluminio, leghe e prodotti

Salvo diversa prescrizione, profilati e trafilati saranno forniti in alluminio primario ALP 99,5 UNI 9001/2. Gli stessi materiali dovranno presentare per tutta la loro lunghezza sezione costante, superficie regolare, senza scaglie, vaiolature, striature ed ammanchi di materia.

Le lamiere non dovranno presentare sdoppiature né tracce di riparazione.

\* Alluminio anodizzato

Dovrà risultare conforme alla seguente normativa di unificazione:

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

UNI 4522 - Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo.

Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARS, ARC, IND, VET, rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico ludico, spazzolato, satinato, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

- Classe 5: spessore strato min. 5/1000mm
- Classe 10: spessore strato min. 10/1000mm
- Classe 15: spessore strato min. 15/1000mm
- Classe 20: spessore strato min. 20/1000mm

Di queste la prima verra' impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

Il materiale da anodizzare od anodizzato dovra' essere accuratamente imballato e protetto dell'umidita', da fumi o da spruzzi acidi od alcalini. Il collaudo dell'ossido anodico sara' sempre eseguito, ove possibile, su pezzi smontati, per partite ben definite ed in conformita' alle norme UNI.

#### Chiusini in ghisa

Dovranno essere fusi in ghisa lamellare perlitica a norma UNI EN 1561 e conformi alla normativa UNI EN 124/86 e quindi suddivisi in 6 classi chiamate: A15, B 125, C 250, D 400, E 600, F 900 dove i numeri: 15, 125, 250, 400, 600, 900 rappresentano i KN (kilo-Newton) di resistenza; tali classi saranno installati nelle seguenti zone:

#### Gruppo 1

Zone usate esclusivamente da pedoni, ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.

#### Gruppo 2

Marciaiedi, zone pedonali e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.

#### Gruppo 3

Copre esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine, nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m. sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.

#### Gruppo 4

Vie di circolazione incluse le zone pedonali.

#### Gruppo 5

Vie di circonvallazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.

#### Gruppo 6

Zone speciali come ad esempio alcune aree d'aerodromo negli aeroporti commerciali.

Per le camerette di ispezione la dimensione di passaggio minima sarà di 600 mm per permettere il passaggio di persone attrezzate con apparecchio di respirazione. Nei pozzetti d'allacciamento saranno ammesse dimensioni minime minori.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124;
- la classe corrispondente;
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- il riferimento ad un marchio di conformità.

NOTA: per tutti i materiali ferrosi: su richiesta della Direzione Lavori, saranno presentati alla stessa i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere e fonderie fornitrici.

### 2.3 Legnami

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati; in ogni caso dovranno essere conformi per le prove alle prescrizioni di cui alle norme UNI 3252 ÷ 3266 e UNI 4143 ÷ 4147.

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 - 73, 2854 e 3917.

#### Legnami da carpenteria definitiva

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alla fibra non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 N/mm<sup>2</sup>.

#### Legnami per serramenti

Dovranno essere della migliore qualità, ben stagionati (con almeno 2 anni di taglio) e provenire da alberi abbattuti in stagione propizia oppure essere sottoposti ad essiccazione artificiale perfetta. Saranno naturalmente di prima scelta, di struttura a fibra compatta e resistente, privi di spaccature, sia in senso radiale che circolare, sani diritti, con colori e venature uniformi, esenti da nodi, cipollature, tarli ed altri difetti. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dirette affinché le fibre non risultino mozzate dalla sega e si ritirino nella connessure. Le essenze da usare dovranno essere in genere: dolci per i serramenti interni, resinose o forti per i serramenti, esterni, pregiate od a grana fine per i serramenti di sicurezza. Gli elementi dovranno essere perfettamente tagliati, piallati e levigati e risultare dopo tali operazioni di dimensioni conformi ai disegni, particolari e dettagli di progetto od alle prescrizioni contrattuali. In merito agli spessori, la quotazione dei disegni dovrà intendersi per elementi finiti od ultimati, con le tolleranze sotto indicate, dovendo l'Appaltatore provvedere legnami di spessore superiore in modo da garantire quello richiesto a lavorazione ultimata. Tolleranza sullo spessore: + 0,5 mm; Tolleranza sulla larghezza e lunghezza: + 2 mm.

### 2.4 Cementi

#### Cementi pozzolanici

Per cemento pozzolanico si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana, o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso ad anidride necessaria a regolarizzare il processo di idratazione. Le caratteristiche dovranno essere conformi a quanto stabilito dal D.M. 03/06/1968 e successive modificazioni per i cementi pozzolanici normali o ad alta resistenza (D.M. 24/11/1984). I cementi dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al Decreto Ministeriale 14 febbraio 1992 pubblicato sulla G.U. n. 65 del 18 marzo 1992.

#### Cemento d'altoforno

Per cemento d'altoforno si intende miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata d'altoforno con la quantità di gesso o anidride necessaria per regolarizzare il processo di idratazione. Le caratteristiche dovranno essere conformi a quanto stabilito dal D.M. 14/1/1966 e successive modificazioni per i cementi d'altoforno normali o ad alta resistenza. I cementi dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al Decreto Ministeriale 14 febbraio 1992 pubblicato sulla G.U. n. 65 del 18 marzo 1992.

### 2.5 Tubazioni

Tutte le tubazioni dovranno rispondere alle norme fissate dalla Legge n. 64 del 2/2/1974 e richiamate nel Decreto emanato dal Ministro dei Lavori Pubblici di concerto con il Ministro dell'Interno del 12/12/1985 pubblicato nella G.U. n. 61 del 14/03/1986 e successive modificazione ed integrazioni, quando non siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Capitolato Speciale d'appalto.

#### Tubazioni in fibrocemento

Dovranno essere conformi alle norme CEN 588/94, prodotti meccanicamente con miscela omogenea di cemento, aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua.

In nessun caso dovranno possedere elementi di asbesto. Come legante verranno utilizzati solamente cemento a norma. Prima della consegna i tubi dovranno aver subito una maturazione di almeno 28 giorni.

Tutti gli elementi dovranno essere sottoposti internamente ed esternamente ad un processo di invetriatura con resine epossidiche atossiche, ad elevata resistenza alla abrasione e alla corrosione, esenti da solventi ed ammine aromatiche, in conformità alla circolare n° 102 del Ministero della Sanità. – Attenzione nuovo DM Sanità 06/04/2004, n. 174.

La classe di resistenza delle tubazioni sarà quella indicata nell'apposita voce di Prezzo unitario di elenco offerto dall'Appaltatore.

#### Tubazioni in calcestruzzo prefabbricate

Le dimensioni dovranno essere conformi alle norme DIN 4032.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Le qualità dei materiali dovranno corrispondere alle caratteristiche prescritte nella legge 5/11/1971 n. 1086 e al D.M. 14/02/1992. L'armatura in acciaio, verrà calcolata per resistere agli effetti prodotti dal terreno di riempimento e dai sovraccarichi mobili, del tipo militare, che possono transitare sulla strada sovrastante o comunque secondo indicazioni della DD.LL Nel caso che le tubazioni siano destinate ad un uso in pressione, l'armatura in acciaio, verrà calcolata per resistere anche alle pressioni nominali interne. Le giunzioni tra tubo e tubo saranno del tipo a bicchiere con giunto a tenuta in gomma o neoprene o materiali similari. Le superfici interne dovranno risultare lisce e ben levigate senza sbavature o nicchie. Se specificato nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore nell'utilizzo per fognatura, l'impasto dovrà essere eseguito con cemento pozzolanico o d'altoforno.

Tubazioni in grès e materiale in grès (pezzi speciali, mattonelle, ecc.)

I materiali in grès ceramico dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 295/92. I tubi e tutti i materiali di grès ceramico dovranno essere di un impasto omogeneo, ben vetrificati, senza incrinature o difetti, senza asperità, di colore uniforme lucente. La verniciatura di vetrificazione non deve presentarsi quale strato superficiale, ma deve formare un corpo solo con la massa e non deve presentare all'occhio alcuna linea di demarcazione tra il coccio e lo smalto e nessuno spessore visibile dello smalto stesso. Le estremità per le giunzioni, tanto a maschio che a femmina, saranno munite di un giunto a base di resine poliuretaniche aventi come caratteristiche principali:

- carico di rottura a trazione 38 kg/cmq;
- allungamento a rottura 100%;
- carico di rottura allo strappo 14 kg/cmq.

I materiali forniti saranno esclusivamente di prima scelta, e percossi a martello, dovranno dare un suono metallico. Le giunzioni tra tubo e tubo saranno del tipo a bicchiere.

Tubazioni in acciaio saldato e non saldato

I tubi in acciaio che verranno impiegati dovranno avere superfici interne ed esterne lisce, spessore uniforme, sezione perfettamente calibrata e dovranno inoltre risultare diritti a vista. Non dovranno presentare alcun segno di ruggine.

Saranno inoltre, di norma salvo specifica contraria, bitumati internamente ed esternamente e muniti di rivestimento normale o pesante tipo "Dalmine" o similare. Le tubazioni dovranno essere conformi alla normativa UNI vigente per le rispettive classi di appartenenza con particolare riferimento alle UNI 6363/68, 5447/64.

Per le prove dei tubi in acciaio si fa' riferimento ugualmente alle Norme UNI vigenti ed in particolare alle 5466/65, 5467/65, 5468/65, 5469/65, 5470/65, 6101/67. Valgono inoltre le norme tecniche emanate dal Consiglio Superiore dei LL. PP. con voto n. 704 espresso nell'adunanza del 19/4/1966 e con circolare Ministeriale 2136 in data 5/5/66 della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale.

Valgono inoltre le norme tecniche predisposte dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP., approvate con D.M. 12/12/1985 pubblicato sulla G.U. n. 61 del 14/03/1986.

Tubazioni in ghisa

Dovranno essere conformi alle Norme Internazionali ISO 2531.

I tubi dovranno essere fabbricati con ghisa sferoidale che possenga le caratteristiche meccaniche specificate nelle presenti istruzioni ed in particolare:

- resistenza a trazione maggiore o uguale 42 kg/mm<sup>2</sup>
- limite elastico maggiore o uguale 32 kg/mm<sup>2</sup>
- allungamento minore o uguale 8%
- durezza Brinell (Norme UNI 560) minore o uguale 230
- pressione di collaudo:
  - . sino a DN. 300 mm 60 Atm.
  - . da 350 a 600 mm 50 Atm.
  - . oltre 600 mm 40 Atm.

I tubi dovranno essere fabbricati con uno dei seguenti procedimenti:

- colaggio del metallo entro conchiglia metallica (rivestita o meno) sottoposta alla centrifugazione;
- colaggio del metallo entro forma "di sabbia" sottoposta alla centrifugazione (per "sabbia" si intendono tutti i materiali a base di sabbia o minerali impiegati in fonderia, qualunque sia l'agglomerante utilizzato).

Formati i tubi ed estratti dalle conchiglie, essi dovranno essere sottoposti, in apposito forno munito di regolatore della temperatura, ad un trattamento termico di ricottura tale da conferire ai tubi le caratteristiche meccaniche specificate

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

nelle presenti istruzioni. Lo spessore dei tubi di produzione normale resta definito in funzione lineare del loro diametro nominale, dalla seguente formula base:

$$s = K (0,5 + 0,001 DN)$$

nella quale:

- s indica lo spessore della parete in mm
- DN indica il diametro nominale in mm .
- K è un coefficiente scelto nella serie dei numeri interi ed al quale, per i tubi, si assegna il valore 8.

Per i tubi di piccolo diametro e fino al DN 200 incluso lo spessore normale è dato dalla formula complementare:

$$s = 5,8 + 0,003 DN$$

Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale dovranno essere le seguenti:

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

I tubi saranno, di norma, muniti dei seguenti tipi di giunti:

- giunti a bicchiere per giunzione in gomma detti anche giunti elastici, debbono consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.
- giunti a flangia consistenti nell'unione mediante bulloni filettati, delle flange poste alle estremità di due elementi da accoppiare e deve essere tale da assicurare una perfetta tenuta. Il suo impiego resta generalmente limitato all'interno dei manufatti

I pezzi speciali da impiegare nelle tubazioni in ghisa sferoidale saranno costruiti in ghisa sferoidale. La ghisa sferoidale impiegata nella fabbricazione dei pezzi speciali, dovrà avere le stesse caratteristiche prescritte per il materiale di fabbricazione dei tubi, di cui al precedente paragrafo.

I pezzi speciali dovranno essere, di norma, dimensionati secondo le norme UNI od in accordo con le raccomandazioni ISO, salvo più precisa o diversa specificazione all'ordine, ove particolari esigenze lo richiedano. Per i giunti dei pezzi speciali valgono le prescrizioni riportate al paragrafo per i tubi.

**\* Rivestimenti esterni**

Tutti i tubi ed i pezzi speciali, di norma (salvo specifica contraria), dovranno essere protetti all'esterno con un rivestimento del tipo comune alle tubazioni di ghisa grigia normale.

Il rivestimento deve possedere i seguenti requisiti:

- essere continuo e ben aderente;
- asciugare rapidamente e non squamarsi;
- resistere senza alterazioni sensibili sia alle elevate temperature della stagione calda sia alle basse temperature della stagione fredda.

Il rivestimento sarà eseguito con catrame da carbonfossile o bitume ossidato da distillazione del petrolio e potrà effettuarsi in bagno caldo o con altri sistemi (ad esempio verniciatura) purché siano assicurate le caratteristiche sopra indicate.

**\* Rivestimenti interni**

Tutti i tubi ed i pezzi speciali, di norma (salvo specifica contraria), dovranno essere protetti all'interno con rivestimento che possieda i requisiti seguenti:

- essere continuo e ben aderente
- asciugare rapidamente e non squamarsi
- non contenere alcun elemento solubile nell'acqua da convogliare né alcun costituente capace di modificare i caratteri organolettici dell'acqua ed alterarne la potabilità.

Il rivestimento protettivo all'interno dei tubi sarà del tipo cementizio applicato per centrifugazione; all'interno dei pezzi speciali sarà esclusivamente del tipo bituminoso. Il rivestimento cementizio deve essere eseguito con malta composta, in genere, da sabbia silicea e cemento d'altoforno, applicati mediante centrifugazione ad alta velocità sulla parete interna dei tubi. L'indurimento della malta deve essere fatto in condizioni controllate in un deposito riscaldato con atmosfera satura di vapore acqueo al fine di eliminare il rischio di fessurazioni o disgregazioni.

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

Tubazioni in polietilene alta densità

Le tubazioni ed i raccordi in polietilene ad alta densità per le rispettive classi di applicazione e di appartenenza dovranno essere conformi per tipi, dimensioni e caratteristiche, e dovranno soddisfare ai metodi di prova generale indicati dalla normativa esistente UNIPLAST-UNI (UNI 7613) - (Ente Italiano di Unificazione delle Materie Plastiche Via C. I. Petilli, 16 Milano) ovverosia in difetto di esse alle vigenti Norme ISO o DIN.

Tubazioni in P.V.C. rigido

Le tubazioni ed i raccordi in P.V.C. rigido (Polivinile di cloruro non plastificato), per le rispettive classi di appartenenza e di applicazione, dovranno essere conformi per tipi, dimensioni e caratteristiche, e dovranno soddisfare ai metodi di prova generali indicati dalla normativa esistente UNIPLAST-UNI (Ente Italiano di Unificazione delle Materie Plastiche - Via C. I. Petilli 16 Milano) ovverosia in difetto alle vigenti Norme ISO DIN e ANSI.

\* Tubazione per acquedotto

Dovranno essere conformi alle norme UNI 7441/75 tipo 312 (atossico) e UNI 7448/75, senza sali di piombo, P.N. 16.

I raccordi dovranno corrispondere alla norma UNI 7442/75.

In particolare dovranno corrispondere ai tipi per convogliamento di acqua potabile in pressione rispondenti alle prescrizioni igienico-sanitarie di cui alle circolari del Ministero della Sanità n. 3990 del 2/12/1978, n. 1 del 08/10/1960, n. 135 del 28/10/1960, n. 125 del 18/07/1967, n. 102 del 02/12/1978 ed eventuali successive, nonchè la Circolare dei Ministero dei Lavori Pubblici n. 1704 del 06/05/1961, tenendo presente che tra gli additivi va in ogni modo escluso il carbonato di calcio.

\* Tubazioni per fognature

Dovranno essere conformi alle norme UNI 7441/75 tipo 312 o 313 e UNI 7448/75, senza sali di piombo, P.N. 10.

I raccordi dovranno corrispondere alla norma UNI 7442/75.

Si richiede inoltre che i tubi da installare riportino il marchio di conformità alle norme UNI succitate, impresso da Ente Italiano di Unificazione delle Materie Plastiche, incaricato ufficialmente al controllo sulla produzione e garanzia della qualità.

Tubazioni in resine termoidurenti rinforzate con fibre di vetro. (PRFV)

I tubi e pezzi speciali devono essere realizzati in resina poliestere isoftalica rinforzata con fibre di vetro "E" nella parete strutturale e "C" nel liner interno.

Si intendono qui richiamate le norme UNI 9032 e Uni 9033 nella loro ultima edizione, revisione o addendum.

La tecnologia di costruzione dev'essere conforme alla norma ANSI/AWWA C 950/81 sec. 2.1

La classificazione della norma UNI 9032 sarà la seguente:

Tipo 1

Grado 4

Classe A o C.

Intendendosi con classe A: "Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro prodotti su mandrino per avvolgimento di fili", mentre con classe C: "Tubi in Aggregato, ottenuti per avvolgimento, nei quali, oltre alle fibre di vetro di rinforzo è incorporata una certa quantità di una data carica minerale (generalmente sabbia).

\* Costituzione

La parete del tubo in P.R.F.V. sarà costituita da tre strati perfettamente aderenti uno all'altro che costituiranno un unico elemento strutturale senza alcuna tendenza alla delaminazione.

1) Strato interno (liner)

La funzione di questo strato è quella di garantire la massima resistenza chimica e la massima impermeabilità nei confronti del fluido convogliato.

E' costituito da:

- strato interno a diretto contatto col fluido formato da un velo di vetro "C" di spessore di 0.3 mm con un contenuto di resina non inferiore all'8% in peso.
- strato esterno di spessore mm 1 composto da fibre corte di vetro "E" ad orientazione casuale con un contenuto di resina non inferiore al 60% in peso.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

2) Strato meccanico - resistente

Lo strato meccanico-resistente è costituito da filamenti continui di vetro "E" (Rovings) impregnati di resina ed avvolti elicoidalmente (tecnologia Flament- winding) in lamine di uniforme spessore e densità secondo angolazioni predeterminate, tali da garantire le resistenza circonferenziali e longitudinali del prodotto conformi alle esigenze progettuali.

Il contenuto in massa di rinforzo non deve essere minore del 25%.

Esclusivamente per la classe C, ai rinforzi fibroso di cui sopra vengono aggiunti materiali inerti in forma di polvere.

Il contenuto in massa del rinforzo vetroso non deve essere minore del 25%.

3) Strato esterno

Ha le funzioni di garantire l'inalterabilità del prodotto all'azione dei raggi UV e degli agenti atmosferici, è costituito da resina (contenuto minimo in massa 80%) e privo di fibre affioranti; lo spessore deve essere non inferiore a 0.2 mm. Esso conterrà idonee sostanze assorbenti di raggi ultravioletti.

\* Materiali componenti

1) Resine termoindurenti

La resina adottata, per l'intera struttura del manufatto sarà del tipo poliestere isoftalico e dovrà essere conforme alla norma UNI 9032 - parag. 5.1.2

Cariche e pigmenti dovranno corrispondere alla norma UNI 9032 - parag. 5.2

La scelta della qualità e quantità degli additivi o pigmenti consentiti è lasciata alla discrezione del fabbricante purché i manufatti ottenuti rispondano ai requisiti specificati nelle norme relative alle prove su tubi e pezzi speciali contenuti nel seguito del presente Capitolato.

2) Materiali di rinforzo

Conformi alla norma UNI 9032 - parag. 5.3

Possono essere usati sotto forma di fili (roving) non tagliati, di mat, di mat di superficie, di tessuto e di stuoia.

3) Acceleranti, catalizzatori, inibitori

Dovranno seguire le disposizioni della norma UNI 9032 - parag. 5.4

4) Inerti

Dovranno seguire le disposizioni della norma UNI 9032 - parag. 6.3.2

\* Caratteristiche tecniche

1) Lunghezze e diametri nominali

La lunghezza nominale dei tubi prodotti sarà: LN = 12000 mm

I diametri nominali saranno quelli previsti dalla normativa e compresi tra il DN 100 ed il DN 2000.

2) Spessori

Conformi alla norma UNI 9032 - parag. 8.4.1

3) Tolleranze

Per tutte le caratteristiche dimensionali nominali e rispettive tolleranze vale quanto stabilito dalle norme UNI 9032.

4) Resistenza Trasversale (RG)

Dovranno seguire le disposizioni della norma UNI 9032 - parag. 7.12

La rigidità trasversale, o indice di rigidità trasversale, è misurata come rapporto tra la ovalizzazione del tubo ed il carico lineare che la determina. I tubi classificati in questo disciplinare appartengono alla seguente classe:

Classe Indice di rigidità (Pa)

5.000 5.000 < RG < 10.000

Non sono ammesse classi di rigidità inferiori o superiori.

5) Ovalizzazione del tubo

L'ovalizzazione ammissibile è 1/4 di quella che provoca fessurazioni sul liner o rotture e delimitazione nello strato meccanico resistente, in una prova di schiacciamento tra piatti paralleli.

Il valore massimo a lungo termine di ovalizzazione del tubo in opera deve essere comunque inferiore al 5% del diametro per non modificare la sezione idraulica.

6) Designazione

La designazione dei tubi sarà quella descritta dalla norma UNI 9032 par. 10.

7) Marcatura

Come descritto dalla norma UNI 9032 par. 11.

8) Caratteristiche meccaniche dei raccordi

Tutti i raccordi in PRFV sono costruiti per resistere alle medesime sollecitazioni meccaniche, alle quali resistono le tubazioni.

Essi possono essere costruiti con estremità piane o con maschio e banchiere o flangiate o con combinazioni dei vari tipi di estremità.

I raccordi sono costruiti applicando sugli stampi, alternativamente, strati di feltro e di stuoia di vetro impregnati con resina isoftalica.

9) Tolleranze sui diametri interni.

Il diametro effettivo dei tubi e pezzi speciali deve essere pari a DN +/- 1%.

10) Tolleranze sul raggio di curvatura della parete dei tubi

Il raggio di curvatura della parete dei tubi deve essere in ogni punto pari a 1/2 il diametro effettivo +/- 1%.

11) Tolleranze sugli spessori

Lo spessore effettivo deve essere uguale o maggiore a quello di progetto.

12) Tolleranze sui pesi

Il peso effettivo deve essere uguale o maggiore a quello di progetto.

13) Tolleranze sul parallelismo di due generatrici diametralmente opposte: +/- 5% della lunghezza.

14) Tolleranza sul parallelismo delle estremità dei tubi: +/- 1°

15) Tolleranze sulla lunghezza delle barre: +/- 0.5%

16) Tolleranze sulla specularità della parte interna

La rugosità superficiale non deve essere superiore a 30 micro. Non è oggetto di tale restrizione l'area interessata alle giunzioni.

17) Curve

Raggio di curvatura = 1.5 x DN, salvo diversa richiesta della D.L.

Diametro interno = diametro interno del tubo pari DN.

Sono ammesse curve a spicchi.

18) Flange

Forature secondo UNI

19) Riduzioni

Lunghezza parte conica almeno pari 2.5 x (SN1 - DN2).

20) Pezzi a T

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Possono essere realizzati per innesto diretto dei due tubi.

**\* Prelievo dei saggi**

I saggi devono essere prelevati dai manufatti oggetto di un lotto oppure di una specifica omologazione in numero sufficiente a consentire l'esecuzione di tutte le prove previste. La frequenza, la modalità di campionatura ed i pertinenti valori limite per l'accettazione sono specificati nella trattazione delle singole prove.

**1) Resine**

⇒ Determinazione del residuo secco

- a. Metodologia: norma UNICHIM 79-69
- b. Frequenza di campionatura: ogni partita
- c. Modalità di campionatura: nel caso di fornitura con cisterna: un solo prelievo. nel caso di fornitura per fusti: un prelievo per ogni singolo fusto.
- d. Valori limiti di accettazione:  
- resine isoftaliche 60%-70% in peso.

⇒ Determinazione della viscosità cinematica

- a. Metodologia: ASTM D 1824
- b. Frequenza di campionatura: ogni partita.
- c. Modalità di campionatura: come nel precedente punto.
- d. Valori limiti di accettazione:  
- per le lavorazioni a freddo e secondo le tecnologie "hand-layup"-filament winding "spray-up": 300-600 Centy Poise.  
-per le lavorazioni a caldo la viscosità deve essere non inferiore a 1000 Centy Poise.

⇒ Determinazione del numero di acidità

- a. Metodologia: norma UNICHIM 6 -1969
- b. Frequenza di campionatura: come nel precedente punto.
- c. Modalità di campionatura:  
- nel caso di fornitura con cisterne: un solo prelievo  
- nel caso di fornitura con fusti: un prelievo da un fusto, ogni gruppo di 10 fusti approvvigionati, scelto casualmente.
- d. Valori limiti di accettazione:  
- per resine isoftaliche: 20 mg KOH x grammo di resina poliestere pura.

Nota: caratteristiche qualificanti della valutazione della inerzia chimica delle resine.

⇒ Determinazione del numero di ossidrile

- a. Metodologia: norma UNICHIM 11 - 1969
- b. Frequenza di campionatura: ogni partita.
- c. Modalità di campionatura: nel caso di fornitura con cisterna: un solo prelievo. nel caso di fornitura per fusti: un prelievo per ogni singolo fusto.
- d. Valori limiti di accettazione:  
- per resine isoftaliche: 40 mg. KOH x grammo di resina poliestere pura.

Nota: caratteristiche qualificanti della valutazione della inerzia chimica delle resine.

⇒ Determinazione della percentuale di ritiro lineare

- a. Metodologia: ASTM D 2566
- b. Frequenza di campionatura: ogni partita
- c. Modalità di campionatura:  
- nel caso di fornitura con cisterne: un solo prelievo  
- nel caso di fornitura con fusti: un prelievo da un fusto, ogni gruppo di 10 fusti approvvigionati, scelto casualmente.
- d. Valori limiti di accettazione: ritiro lineare 2%

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

- ⇒ Determinazione della temperatura di distorsione sotto carico
- Metodologia: ASTM D 648
  - Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - Modalità di campionatura:
    - nel caso di fornitura con cisterne: un solo prelievo
    - nel caso di fornitura con fusti: un prelievo da un fusto, ogni gruppo di 10 fusti approvvigionati, scelto casualmente.
  - Valori limiti di accettazione: la temperatura di distorsione della resina deve essere almeno pari a 100°C.
- ⇒ Determinazione Durezza Barcol
- Metodologia: ASTM D 2583
  - Frequenza di campionatura: ogni partita
  - Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - Valori limiti di accettazione: maggiore od uguale a 30 gradi Barcol
- ⇒ Determinazione della resistenza a flessione e del modulo elastico a flessione.
- Metodologia: norma UNI 7219-73
  - Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - Valori limiti di accettazione:
    - resistenza a flessione 500 kg/cmq
    - modulo elastico 30x10<sup>3</sup> kg/cmq
- ⇒ Determinazione assorbimento d'acqua
- Metodologia: norma UNI 4292-59
  - Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - Valori limiti di accettazione:
    - dopo 24 h. di immersione
    - alla temperatura di 23°C, l'assorbimento di acqua non deve essere superiore allo 0.1% in peso.
- ⇒ Verifica dell'inerzia chimica
- Metodologia: norma ASTM C 581
  - Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - Valori limiti di accettazione:
    - dopo il ciclo di esposizione nei limiti e nelle condizioni chimico-fisiche previste, oppure in altre condizioni di particolare interesse devono verificare le seguenti condizioni:
    - la resistenza a flessione deve essere almeno pari al 70% di quella iniziale
    - il modulo elastico a flessione deve essere almeno pari al 70% di quella iniziale
    - l'aspetto visivo deve essere conforme al livello di accettazione previsto per i manufatti (vedi "Ispezione visiva").
- ⇒ Determinazione dell'allungamento a rottura
- Metodologia: ASTM D 638
  - Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - Valori limiti di accettazione: l'allungamento a rottura deve essere non inferiore al valore previsto dal Disciplinare.
- 2) Rinforzi vetrosi
- ⇒ Determinazione dell'omogeneità dei rinforzi vetrosi
- Metodologia:

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

Si determina il peso di alcuni campioni di 30x30 cm prelevati in varie parti del mat o tessuto e su campioni di 1 m. di lunghezza di roving. Il valore medio delle pesate rappresenta la grammatura media del mat o del roving. La determinazione va fatta su almeno 3 campioni.

- b. Frequenza di campionatura: ogni partita
- c. Modalità di campionatura: almeno un saggio per ogni tonn. di prodotto di uno stesso tipo fornito.
- d. Valori limiti di accettazione: +/- 5% in peso sul nominale

⇒ Perdita al fuoco di mat o tessuti

- a. Metodologia:

Si determina per calcinazione delle sostanze organiche in muffola a 625°C +/- 20% di un campione di mat o tessuto precedentemente essiccato a 80°C. Il campione viene pesato prima e dopo la calcinazione; la perdita al fuoco si determina con la seguente relazione:

$$\% \text{ di perdita al fuoco} = \frac{P - P_1}{P} \times 100$$

dove P = massa del campione essiccato prima della calcinazione

P1 = massa del campione dopo calcinazione.

- b. Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
- c. Modalità di campionatura: come al punto precedente.
- d. Valori limiti di accettazione: +/- 10% del valore dichiarato dal Fornitore

⇒ Determinazione dell'indice di solubilità in stirene

- a. Metodologia:

Si determina su campioni di mat aventi dimensioni di 120x100 mm. Si devono prelevare almeno 3 campioni per ogni determinazione. Al campione si applicano 2 pesi da 104 gr. in modo che la superficie libera del mat sia 100x100 mm. e si immerge il campione in un opportuno recipiente contenente stirene, rilevando il tempo dal momento dell'immersione al momento in cui il mat inizia a sfaldarsi. Il tempo espresso in secondi rappresenta l'indice di solubilità.

- b. Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
- c. Modalità di campionatura: come al punto precedente.
- d. Valori limiti di accettazione: per tecnologia "hand-lay-up" 1050/ stampaggio fra stampi accoppiati 100-200

⇒ Determinazione del contenuto d'apretto dei rovings

- a. Modalità:

Si determina per calcinazione in muffola a 625 +/- 20°C di un campione di roving precedentemente essiccato a 80°C il % di apretto è dato dalla seguente relazione:

$$\% \text{ apretto} = \frac{P - P_1}{P} \times 100$$

P = peso del campione prima della calcinazione

P1 = peso del campione dopo la calcinazione

- b. Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
- c. Modalità di campionatura: come al punto precedente.
- d. Valori limiti di accettazione: +/- 10% del valore dichiarato dal Fornitore.

⇒ Determinazione della percentuale di stirene non reagito

- a. Metodologia

Dal manufatto vengono prelevate delle scalfie - dal liner interno o aventi dimensioni non superiori a 1x5x5 mm. L'attrezzatura di prelievo deve garantire che non si ingenerino aumenti sensibili di temperatura nel materiale. Un'aliquota dell'ordine di circa 0.5 grammi viene pesata esattamente (tolleranza +/- 1x10<sup>-4</sup> gr.) in un matraccio e quindi addizionati 25 cmc di cloruro di metilene puro per gascromatografia: l'estrazione viene prolungata per 24 ore. La sospensione viene filtrata avendo cura di trasferire il filtrato integralmente. Alla soluzione viene aggiunto n-tetradecano in quantità pari a 0.1 mgr. per ogni grammo di campione analizzato. L'analisi viene effettuata come appresso:

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

- viene impiegato un gascromatografo con detector a ionizzazione di fiamma.
  - la colonna di acciaio inox deve avere una lunghezza minima di 2.5 mt. fase stazionaria
  - 5% di glicole polietilenico CARBOWAX 20 M
  - supporto celite 36-60 Mesh
  - temperatura del fondo iniziale 80°C e finale 150°C
  - programmazione: incremento di 2°C al minuto
  - velocità del gas di trasporto: 30 cmc/m'
  - gas di trasporto: azoto
  - quantità di sostanza iniettata 0.2x10<sup>-3</sup> cmc.
  - b. Frequenza di campionatura: prelievo settimanale.
  - c. Modalità di campionatura: 10 prelievi per l'intera fornitura
  - d. Valori limiti di accettazione:  
Per tubazioni impiegate per convogliare sostanze alimentari: la percentuale di sostanze estratte dal cloruro di metilene deve essere minore o uguale allo 0.2% in peso del campione.  
Per tubazioni per altri usi: la percentuale di stirola non reagito deve essere minore od uguale allo 0.5% in peso del campione.
- ⇒ Determinazione del contenuto percentuale di fibre di vetro
- a. Metodologia: norma UNIPLAST C.T. 128
  - b. Frequenza di campionatura: prelievo settimanale
  - c. Modalità di campionatura: 10 prelievi per l'intera fornitura
  - d. Valori limiti di accettazione:  
Il contenuto di rinforzo vetroso nel liner interno - strato impermeabilizzante - deve essere compreso tra il 10% ed il 27% in peso, estremi inclusi. In particolare l'1% complessivo di rinforzo vetroso deve essere compreso in +/- 10% del valore indicato dal progettista del manufatto.
- ⇒ Determinazione della durezza Barcol
- a. Metodologia: ASTM D 2583
  - b. Frequenza di campionatura: come al punto precedente.
  - c. Modalità di campionatura: come al punto precedente.
  - d. Valore di accettazione: la durezza Barcol - media di 10 letture - deve essere maggiore al 90% di quella determinata sulla resina pura.
- ⇒ Determinazione dell'assorbimento d'acqua
- a. Metodologia: norma UNI 4292-59
  - b. Frequenza di campionatura: ogni lotto
  - c. Modalità di campionatura: n. 10 manufatti scelti casualmente nell'interno di un lotto.
  - d. Valori limiti di accettazione:  
- dopo 24 H di immersione alla temperatura di 23°C l'assorbimento di acqua non deve superare il valore di 0.2% in peso del laminato.
- \* Collaudi in fabbrica
- ⇒ Ispezione visiva
- a. Metodologia: l'esame è effettuato ad occhio nudo.
  - b. Frequenza di campionatura: su ogni pezzo componente la fornitura.
  - c. Modalità di campionatura: su tutti i manufatti
  - d. Valori limiti di accettazione: conformi alle norme ASTM D 2563 LEVEL II.
- ⇒ Prova di tenuta idraulica
- a. Scopo: la prova di tenuta viene eseguita per verificare la mancanza di difetti strutturali occulti e la tenuta stagna dei giunti.
  - b. Metodologia: ASTM D 1599. La pressione Pp cui sarà effettuata la prova di tenuta sarà pari a:  
 $Pp = 1.5 \times P_N$   
Il tubo verrà mantenuto alla pressione di prova per 5' durante i quali non si dovrà verificare alcuna perdita del fluido di prova.
  - c. Frequenza di campionatura: ogni lotto

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

- d. Modalità di campionatura: almeno il 3% della lunghezza complessiva del lotto.  
e. Valori limiti di accettazione:

Nel caso si verificano perdite delle giunzioni sulle testate, se i tubi saranno montati testa a testa con fasciature o con altri sistemi di incollaggio saranno accettati. Se invece le perdite sulle testate si verificheranno su tubi che saranno poi montati con guarnizioni di gomma o di altro materiale elastico, essi potranno essere ripresentati al collaudo dopo le necessarie verifiche ed eventuali aggiustaggi. Se le perdite riguardano la parete, il tubo su cui esse si verificano sarà scartato e la prova ritenuta non valida.

⇒ Prova a pressione interna

- a. Metodologia: ASTM D 1599  
b. Frequenza di campionatura: prova di accettazione del progetto  
c. Modalità di campionatura: tre prelievi scelti casualmente  
d. Valori limiti di accettazione: integrità del liner interno alla pressione pari a 4 volte PN.  
Integrità delle strutture alla pressione pari a 5 volte PN.

⇒ Prova di flessione trasversale

- a. Metodologia: ASTM D 2412  
b. Frequenza di campionatura: prove di accettazione del progetto  
c. Modalità di campionatura: n. 3 campioni scelti casualmente  
d. Valori limiti di accettazione: il valore minimo di inflessione che determina qualsivoglia lesione sul campione deve essere almeno pari a 4 volte il valore di inflessione teorico calcolato introducendo il valore del fattore di rigidità minimo e le pertinenti caratteristiche elastiche del suolo interessante la condotta.

⇒ Verifica delle caratteristiche meccaniche del tubo in senso assiale

- a. Modalità:  
Un campione di lunghezza utili (LU) almeno pari a 5 volte il DN chiuso alle estremità con due fondi solidali alle pareti del tubo ed appoggiato ad un letto di sabbia viene sollecitato con una pressione interna tale da determinare una sollecitazione assiale pari a quella richiesta dal Disciplinary. Per la pressurizzazione si usa acqua a temperatura ambiente.  
Raggiunta la pressione di prova si mantiene questo valore per 5'. Durante questo intervallo di tempo non deve verificarsi la rottura della parete del tubo.  
b. Frequenza di campionatura: prova di accettazione del progetto.  
c. Modalità di campionatura: un campione scelto casualmente.  
d. Valori limiti di accettazione: integrità strutturale del tubo dopo la prova su specificata.

## 2.6 Materiali per pavimentazioni stradali

Per lo strato di base alle pavimentazioni nonché per il ripristino di strade in ghiaia i materiali dovranno avere i requisiti sottoindicati per ciascuno dei tipi A B C:

Miscela tipo A Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
1" (25,4 mm)	100
n. 10 (2,00 mm)	da 65 a 100

Il materiale passante al setaccio n. 10 dovrà avere i seguenti requisiti:

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Denominazione dei setacci n. 10 (2,00 mm) n. 20 (0,84 mm) n. 40 (0,42 mm) n. 200 (0,074 mm)	Percentuale del passante  100 da 55 a 90 da 30 a 70 da 8 a 25
Miscela tipo B	
Denominazione dei setacci 2" (50,8 mm) 1 1/2" (38,1 mm) 1" (25,4 mm) 3/4" (19,1 mm) 3/8" (9,52 mm) n. 4 (4,76 mm) n. 10 (2,00 mm) n. 40 (0,42 mm) n. 200 (0,074 mm)	Percentuale del passante  100 da 70 a 100 da 55 a 85 da 50 a 80 da 40 a 70 da 30 a 60 da 20 a 50 da 10 a 30 da 5 a 15
Miscela tipo C	
Denominazione dei setacci 3/4" (19,1 mm) n. 4 (4,76 mm) n. 10 (2,00 mm) n. 40 (0,42 mm) n.200 (0,074 mm)	Percentuale del passante  100 da 70 a 100 da 35 a 80 da 25 a 50 da 8 a 25

La percentuale del passante al setaccio n. 200 (0,074 mm) dovrà essere in tutti e tre i suindicati tipi di miscela, non superiore ai 2/3 del passante al setaccio n. 40. Il limite di fluidità per tutti e tre i suindicati tipi di miscela non dovrà essere superiore ai 35. L'indice di plasticità per tutti e tre i suindicati tipi di miscela non dovrà essere minore di 4 e maggiore di 9. Per quanto non è espressamente indicato si farà riferimento alle Norme D. 121155 T oppure A.A.S.H.O. M 147-55.

**Bitumi - Emulsioni bituminose - Catrami:**

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", Fascicolo n. 2 Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3 Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali", Fascicolo n. 1 Ed. 1951; tutti del C.N.R.

**Bitumi liquidi o flussati:**

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per la accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n. 7 Ed. 1957 del C.N.R.

**Mastice di asfalto**

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odori di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura, il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (contenuto solubile in solfuro di carbonio 14 ÷ 16%). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

**Cartonfeltro bitumato**

\* Cartonfeltro Bitumato Cilindrato

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Costituito da carta feltro impregnata a saturazione di bitume (2 UNI 4157), in bagno a temperatura controllata presentera' uniforme impregnazioni della cartafeltro, superfici lisce e regolari, leggermente venate e di colore nero opaco.

**\* Cartonfeltro Bitumato Ricoperto**

Costituito da carta feltro trattata a doppio bagno, con una prima impregnazione a saturazione di bitume molle ed un secondo rivestimento con bitumi ossidati, stabilizzati e plastificati, con eventuale velo finale di materiale finemente granulato come scagliette di mica, sabbia finissima ecc.

Designazioni e caratteristiche dovranno pertanto risultare conformi, per i tipi normalizzati, a quanto riportato nella seguente tabella:

Designazione	Denominazione	Caratteristiche dei componenti		Massa per unita' di superficie (indicativa) g/m <sup>2</sup>
		Carta feltro	Contenuto solubile in CS2 min. (g)	
C 220	Bitumati	C 220 UNI 3682	233	450
C 315		C 315 UNI 3682	348	670
C 450	Cilindrati	C 450 UNI 3682	467	900
Designazione	Denominazione	Caratteristiche dei componenti		Massa per unita' di superficie (indicativa) g/m <sup>2</sup>
		Carta feltro	Contenuto solubile in CS2 min. (g)	
R 224	Bitumati	R224 UNI 3682	660	1100
R 333		R333 UNI 3682	875	1420
R450	Ricoperti	R450 UNI 3682	1200	1850

*Designazione commerciale - Tipi non normalizzati*

Nella produzione commerciale corrente, estesa anche a tipi fuori designazione UNI, i cartonfeltri bitumati cilindrati o ricoperti potranno essere contrassegnati da una lettera e da un numero (pari alla massa/m<sup>2</sup> in rapporto 1/100) con in esempio: per i cilindrati: C/3, C/4, C/5, C/7, C/9; per i ricoperti: R/10, R/12, R/15, R/20, R/25 dove C/3 (300 g/m<sup>2</sup>), C/4 (400 g/m<sup>2</sup>), R/10 (1000 g/m<sup>2</sup>) e R/25 (2500 g/m<sup>2</sup>) non risultano normalizzati. Per le impermeabilizzazioni stratificate da realizzare con l'impiego di tale materiale, ove non diversamente prescritto, dovranno essere forniti cartonfeltri bitumati ricoperti del tipo almeno R 224 (R/12). Qualora poi il cartonfeltro dovesse costituire l'ultimo elemento impermeabilizzante di una stratificazione non protetta, il manufatto dovra' essere del tipo R/25, autoprotetto con lamine di ardesia (min. 900 g/m<sup>2</sup>) o graniglie di marmo, quarzo ceramizzato od altro, secondo prescrizione.

Manti bituminosi prefabbricati con supporto in fibre di vetro

**\* Generalita'**

Per i manti in oggetto, oltre che alle norme UNI 8629 si fara' riferimento alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso "l'Istituto per la Garanzia dei Lavori affini all'Edilizia" ed alla tabella riportata in calce alla "Normativa per le opere d'impermeabilizzazione - 1° Stralcio" edita dallo stesso Istituto in data gennaio 1975.

I supporti potranno essere costituiti da veli di vetro (normali o rinforzati), da feltri o da tessuti di vetro. Il corpo sara' costituito da bitumi UNI 4157, da mastici bituminosi e prodotti vari di ricoprimento e protezione.

**\* Supporto in veli di fibre di vetro**

Sara' costituito da veli, preferibilmente armati con fili di vetro. Il collante (resina od altro), non dovra' presentare alcuna dispersione nel bitume e dovra' essere insensibile ai solventi (solfo di carbonio).

I veli avranno massa areica non inferiore a 40 g/m<sup>2</sup>, fibre con diametro nominale di 10÷18 micron, carico di rottura a trazione non inferiore a 1 kgf/cm. I supporti dovranno comunque rispettare la normativa UNI 6825 (prescrizioni e metodi di prova) nonche' per le definizioni, le tolleranze e le determinazioni le UNI 5958, 6266, 6484, 6537, 6539 e 6540.

**\* Vel di vetro bitumati**

Saranno costituiti da veli di vetro impregnati a saturazione parziale con bitume o mastice bituminoso e saranno forniti nei tipi di cui alla seguente tabella od in altri tipi commerciali, prescritti od accettati, di dichiarate caratteristiche. I veli di vetro bitumati saranno anisotropici imputrescibili, flessibili, chimicamente e fisicamente stabili, di buona resistenza alla trazione, idonei a legarsi al bitume ossidato.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Designazione	Denominazione commerciale	Contenuto in bitule solub. min. g/m <sup>2</sup>	Massa dell'unita' di superficie g/m <sup>2</sup>
VB 175	V 3	175	300
VB 315	V 5	315	500
VB 435	V 7	435	700

\* Veli di vetro bitumati ricoperti

Saranno costituiti da veli impregnati a saturazione ed interamente ricoperti di bitume o mastice bituminoso, cosparsi o meno con veli di materiale minerale finemente granulato. I manti avranno le stesse caratteristiche generali dei precedenti e saranno forniti nei tipi di cui alla tabella riportata a pagina seguente.

Manti bituminosi autoprotetti armati con fibre di vetro

\* Generalita'

I manti o membrane in argomento, di norma prefabbricati e destinati allo strato di finitura dei trattamenti impermeabilizzanti, saranno costituiti da supporti in fibre di vetro (veli, feltri, tessuti, o sistemi misti) impregnati e ricoperti da bitume e miscele bituminose, con la superficie esterna protetta da scagliette di ardesia, graniglie di marmo o di quarzo ceramizzate, lamine metalliche a dilatazione autocompensata o meno od altri idonei sistemi.

Designazione	Denominazione commerciale	Contenuto in bitule solub. min. g/m <sup>2</sup>	Massa dell'unita' di superficie g/m <sup>2</sup>
	V 10		1000
VB 720	V 12	720	1200
VB 950	V 15	950	1500
	V 17		1700
VB 1350	V 20	1350	2000
	V25		2500
	V30		3000

I veli di vetro avranno le caratteristiche di cui a i punto "supporto in veli di fibre di vetro"; il tessuto avra' massa areica non inferiore a 50 g/m<sup>2</sup> e resistenza a trazione non inferiore a 10 kgf/cm. Il supporto bituminoso avra' una massa non inferiore a 2500 g/m<sup>2</sup> e sara' costituito da bitume, fillerizzato o meno, ad alto punto di rammollimento (non inferiore comunque a 80°C) e penetrazione a 25°C di 30 ÷ 40 dmm. Le scagliette di ardesia avranno diffusione superficiale non inferiore a 1 kg/m<sup>2</sup>; i materiali granulati diffusione non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup>; la saldatura sara' effettuata con non meno di 0,5 kg/m<sup>2</sup> di bitume ad alto punto di rammollimento e cariche (talco, mica) in percentuale non superiore al 15% in massa.

\* Manti autoprotetti con lamine a dilatazione autocompensata

Saranno realizzati con l'accoppiamento di un supporto bituminoso di cui al precedente punto H. 1. ed una lamina metallica di alluminio (titolo 99,5% ) o di rame purissimo (titolo 99,75%) o di acciaio inox 18/10 a dilatazione autocompensata. L'armatura, costituita di norma da tessuto di vetro, dovra' essere situata nella parte superiore del supporto bitumato. La lamina avra' goffatura isotropa e sara' conforme al prodotto di classe "B" classificato dai regolamenti francesi; il legame tra la lamina metallica ed il bitume della cappa sara' realizzato per interposizione di bitume con punto di rammollimento P.A. di 50 ÷ 55°C flussato con gli stessi oli del bitume di cappa. Le lamine potranno essere richieste negli spessori commerciali di 4,5/100, 5/100, 6/100, 8/100, 10/100 mm secondo il tipo di metallo. I manti dovranno comunque rispondere, per quanto non in contrasto, alle prescrizioni della norma francese AFNOR P 84-303.

2.7 Guaine di gomma sintetica

Prodotte per vulcanizzazione di copolimeri butadiene-stirene o isobutilene-isoprene od ancora di polimeri cloroprenici con eventuale aggiunta di additivi peptizzanti, plastificanti, antiossidanti, coloranti ed ignifuganti, dovranno essere re-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

sistenti al bitume, alle calce ed ai cementi, ai raggi ultravioletti, all'ozono, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, alle scintille ed al calore irradiato, alla lacerazione, nonché impermeabili, flessibili ed elastiche. Gli spessori commerciali delle guaine saranno in generale di 0,75 - 1 - 1,5 - 2 mm.

## 2.8 I laterizi

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939 n. 2233, al D.M. 30/05/74, all'7, al D.M. 14/0/1992 e successive integrazioni ed alle norme UNI vigenti (UNI 2107, UNI 2621, UNI 5632, UNI 5633).

## 2.9 Mattoni

### Mattoni pieni

I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti, alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinoroli e impurità.

Per uso corrente dovranno presentarsi, anche dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg 150 per cmq.

### Mattoni forati

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta.

### Tegole piane o curve

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme: appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm 20; Sotto un carico di mm 50 di acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili.

Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

## 2.10 Pietre naturali e marmi

### Generalità

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232. In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte. In particolare, il carico di sicurezza o compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse le pietre marnose, gessose ed in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le prove per l'accertamento dei requisiti fisico-chimici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme di cui al R.D. citato.

### Marmi

I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli od altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

### Pietre

Tutte le pietre da impiegarsi devono essere compatte, di forte resistenza, libere da cappellaccio, senza screpolature, inalterabili, di dimensioni adatte al particolare loro impiego e di efficace adesività alle malte. Le pietre da taglio, oltre agli accennati requisiti e caratteri generali, debbono avere struttura uniforme ed essere scevre di peli, venature e cavità, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità. Sono assolutamente escluse le pietre marnose ed in generale quelle tenere e quelle alterabili dall'aria, dall'umido e dal gelo.

### Tufo

Dovrà essere di recente estrazione, di struttura litoide, compatta ed uniforme, escludendosi quello pomicioso e facilmente friabile; sarà impiegato solo dopo autorizzazione della Direzione Lavori e previo accertamento della massa vo-

lumica (non inferiore a  $1600 \text{ kg/m}^3$ ) e della resistenza a compressione (non inferiore a  $3,5 \text{ N/mm}^2$ , se secco ed a  $2,5 \text{ N/mm}^2$  se bagnato).

#### 2.11 Materiali ceramici

I prodotti ceramici più comunemente impiegati per apparecchi igienico-sanitari, rivestimento di pareti, tubazioni, ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

##### Grès ordinario

Si classificano tra i grès ordinari tutti i materiali ottenuti da argille plastiche naturali, ferruginose, eventualmente con aggiunta di silice od argilla refrattaria, cotti a temperatura tra i  $1000$  e  $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ , ricoperti o no da vetrina.

Per l'accettazione la pasta, di colore rosso o bruno, dovrà presentare: struttura omogenea, dura e compatta, con principio di vetrificazione, non scalfibile con l'acciaio; permeabilità nulla; potere di assorbimento di acqua inferiore al 4%, frattura liscia. Le superfici dovranno essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni; la vetrificazione dovrà presentarsi omogenea, continua e con assenza di opacità.

##### Piastrelle per pavimenti

Formate con argille comuni, pressate, cotte a  $1000 \div 1150 \text{ }^\circ\text{C}$ , fino ad ottenere una buona greificazione, presenteranno un coefficiente di abrasione (al tribometro) non superiore a 4 mm, una resistenza a compressione di  $2500 \text{ kgf/cm}^2$  ed una assoluta impermeabilità, per 24 ore, sotto una colonna di acqua di 50 mm.

##### Grès ceramici e grès porcellanati

Si classificano tra i grès ceramici e porcellanati i materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperatura di  $1220 \div 1400 \text{ }^\circ\text{C}$ , verniciate o meno. Le vernici saranno ottenute per vetrificazione di sali a base di piombo e feldspati. Colore della pasta: bianca e giallognola e rossa oppure colorata con ossidi metallici; colore dello smalto: bianco, oppure colorato a seconda dei sali impiegati. Per l'accettazione i materiali di cui al presente titolo presenteranno elevata durezza (non inferiore al 7° posto, scala di Mohs), perfetta impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a  $2500 \text{ kgf/cm}^2$ . I controlli di cantiere accetteranno la forma e le dimensioni dei pezzi, la regolarità delle superfici e degli smalti, la sonorità, l'assenza di deformazioni di cottura, la durezza.

#### 2.12 Impermeabilizzazioni

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni, ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

I vari materiali dovranno presentare i requisiti indicati presente Capitolato. Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. La pasta di asfalto sarà distesa a strati o a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa e mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulatura fina uniforme, la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico. Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro, questi materiali avranno i requisiti prescritti dal presente Capitolato e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati. Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere, eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

#### 2.13 Vetri e cristalli

I vetri ed i cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Dovranno rispondere inoltre alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

UNI 5832Vetro piano - Termini e definizioni

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

- UNI 6123 Vetri piani - Vetri greggi
- UNI 6486 Vetri piani - Vetri lucidi tirati
- UNI 6487 Vetro piano - Vetro trasparente float
- UNI 7142 Vetri piani - Vetri temprati per edilizia ed arredamento
- UNI 7171 Vetri piani - Vetri uniti al perimetro
- UNI 7172 Vetri piani - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento
- UNI 7306 Vetri profilati ad U.
- UNI 9186 Vetri piani - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento con prestazioni antivandalismo ed anticrimine.

Vetri piani

\* Vetri lucidi tirati

La normativa considera una scelta corrente (per vetrazioni in opere edilizie per usi diversi, in tutta la gamma di spessori) ed una scelta selezionata (per vetrazioni pregiate, negli spessori nominali di 3, 4, 6, 8, 10, 12 mm).

Gli spessori nominali ed i relativi limiti saranno conformi ai valori riportati nella tabella sotto indicata:

Denominazione	Spessore nominale mm	Spessore limite min. mm	Spessore limite max. mm
Sottile	2	1,8	2,2
Normale	3	2,8	3,2
Forte	4	3,7	4,3
Spesso 5-6-8	5-6-8	4,7-5,7- 7,6	5,3- 6,3 -8,4
Ultraspesso 10-12-15-19	10-12-15-19	9,5-11,4-14,0-18,0	10,5-12,6-16,0-20,0

Lo spessore di una lastra sara' quello risultate dalla media aritmetica degli spessori, misurati al centro dei quattro lati; in ogni caso il minimo ed il massimo spessore dovranno risultare compresi nelle tolleranze. Per la fornitura, le lastre dovranno essere di scelta selezionata con i limiti di tolleranza fissati al punto 5.2. della UNI 6486.

\* Vetri trasparenti float

Si intendono per tali dei vetri piani (chiari o colorati) in lastra trasparente, ottenuta per colata, mediante galleggiamento su bagno di metallo fuso. Le lastre float avranno caratteristiche del materiale come al punto 4. della UNI 6487, spessori nominali come alla precedente tabella (con tolleranze come al Prospetto IV della stessa norma) e caratteristiche e limiti di accettazione come al punto 5.3 della UNI citata.

\* Vetri greggi

Si intenderanno per tali dei vetri piani colati e laminati le cui facce non avranno subito alcuna lavorazione successiva, una od entrambe le facce essendo impresse con disegni o motivi ornamentali individuati da nomi e/o da numeri; ove tali vetri abbiano particolare composizione ed affinaggio, saranno meglio definiti come cristalli greggi.

Il vetro greggio dovra' essere esente da inclusioni opache di dimensione od ubicazione tali da agevolare la rottura o nuocere esteticamente; dovra' altresì essere esente da crepe, da planeita' imperfetta, da difetti di disegno e da efflorescenze od iridescenze. L'eventuale armatura dovra' essere pulita, non deformata ne' smagliata e non dovra' affiorare in superficie. Per i vetri armati, gli spessori nominali ed i relativi limiti saranno conformi alla seguente tabella.

\* Vetri di sicurezza

Costituiti da vetri temprati, retinati o stratificati dovranno rispondere, oltre che alla normativa UNI richiamata nelle generalita', anche alle prescrizioni di cui al D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497.

Spessore nominale mm	Spessore limite (mm)			
	vetri comuni		vetri stampati	
	min.	max	min.	max.
6	5,4	6,3	-	-
7	6,4	7,7	6,4	7,7
8	-	-	7,2	8,8

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

\* Vetri uniti al perimetro

Costituiti da pannelli fabbricati formati con due o più lastre accoppiate (a mezzo di giunto metallico saldato o con adesivi e sigillanti) fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati, dovranno presentare giunto d'accoppiamento assolutamente ermetico e di conseguenza nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne dei cristalli.

Per i pannelli potranno essere richieste le prove del punto di rugiada iniziale, della tenuta stagna iniziale e dell'appannamento in conformità alla normativa di cui al punto 8 della UNI 7171. I pannelli dovranno inoltre essere garantiti dalla Ditta produttrice per non meno di dieci anni dalla data di collocazione.

Opere da vetraio, stagnaio, ecc.:

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore; per le latrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla Direzione Lavori. Per quanto riguarda la posa in opera le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra. Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45 gradi, ovvero fisserà mediante regoletti di legno e viti.

Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissati con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi poi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro riposi fra due strati di stucco (uno verso l'esterno e l'altro verso l'interno).

## 2.14 Prodotti per tinteggiatura

### Generalità

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originalità sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza.

I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, pelli, addensamenti, gelantizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alle UNI di classifica I.C.S. 87 ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore.

### Idropitture

#### Generalità - Prove supplementari

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente, le pitture in argomento verranno suddivise, per le norme del presente Capitolato, in due classi, di cui la prima comprenderà le pitture con legante disciolto in acqua (pitture con legante a base di colla, cemento ecc.) e la seconda le pitture con legante disperso in emulsione (latitice) fra cui, le più comuni, quelle di copolimeri butadiene-stirene, di acetato di polivinile e di resine acriliche.

Per le pitture di che trattasi, o più in particolare per le idropitture, oltre alle prove contemplate nelle UNI precedentemente citate, potranno venire richieste delle prove aggiuntive di qualificazione da eseguire nel tipo o con le modalità di seguito specificate o nei tipi diversamente prescritti dalla Direzione Lavori:

#### *Prova di adesività:*

Su un pannello di amianto-cemento compresso di dimensioni 30 x 60 cm verranno applicate a pennello con intervallo di 24 h, due mani di idropittura (spessore 30 o 40 micron per mano secondo che l'idropittura sia per interno o per e-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

sterno); dopo 28 gg di permanenza in camera condizionata a 20°C e 65% U.R. sul pannello verranno applicate due strisce di nastro adesivo (tipo Scotch 3M) di 5 X 40 cm; incidendo i bordi delle stesse fino ad intaccare il supporto, a distanza di 24h, le provette verranno staccate a mano lentamente.

La prova sara' considerata positiva se, in nessuna provetta, verranno osservate adesioni di film staccato dal supporto.

*Prova di resistenza agli alcali:* Un pannello preparato e condizionato come sopra e con i bordi protetti per 20 mm mediante immersione in paraffina fusa, verra' annegato per 40 cm in soluzione N/10 di idrossido di sodio in acqua distillata per la durata di 5 giorni.

La prova verra' considerata positiva se, all'estrazione del campione, non verranno osservate alterazioni della pellicola ne' stacchi o rilasci del pigmento; all'essiccazione non dovranno altresì osservarsi sfarinamenti, sfaldamenti od alterazioni di tinta, valutate queste ultime a confronto con analogo provino condizionato c.s. ma non sottoposto alla prova.

*Prova di lavabilita':* Sara' eseguita in conformita' al metodo UNICHIM 168-1972. I provini saranno costituiti da pannelli di amianto-cemento del tipo compresso, delle dimensioni di 45 x 17 cm, sui quali verranno applicati uno o piu' strati di idropittura fino ad ottenere una pellicola dello spessore di  $50 \pm 10 \mu$ ; i pannelli verranno quindi condizionati per 7 gg in ambiente a  $23 + 2^\circ\text{C}$  ed a  $50 + 5\%$  U.R. La prova sara' effettuata con l'impiego di apposita soluzione detergente e l'apparecchio di lavaggio Gardner mod. 105 della Gardner Laboratories Inc. U.S.A. I provini verranno sottoposti a 60 o 75 cicli di spazzolatura secondo che si tratti di idropittura per interno o per esterno.

La prova verra' considerata positiva se, al termine della stessa, non verranno constatate alterazioni di sorta.

\* Latte di calce

Sara' preparato con perfetta diluizione di acqua di grassello di calce grassa con non meno di sei mesi di stagionatura; la calce dovra' essere perfettamente spenta. Non sara' ammesso l'impiego di calce idrata.

\*Tempera

Detta anche idropittura non lavabile, la tempera avra' buon potere coprente, sara' ritinteggiabile e, ove non diversamente disposto, dovra' essere fornita gia' preparata in confezioni sigillate.

\*Idropitture a base di cemento

Saranno preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%. La preparazione della miscela dovra' essere effettuata secondo le prescrizioni della Ditta produttrice sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti (pot life) dalla preparazione stessa.

\* Idropitture a base di resine sintetiche

Ottenute con l'uso di veicoli leganti quali l'acetato di polivinile e la resina acrilica (emulsioni, dispersioni, copolimeri), saranno distinte, in base all'impiego, come di seguito:

*Idropittura per interno:*

Sara' composta dal 40 ÷ 50% del pigmento (diossido di titanio anatasio in misura non inferiore al 50% del pigmento), dal 60 ÷ 50% di veicolo (lattice poliacetovinilico con residuo secco non inferiore al 30% del veicolo) e da colori particolarmente resistenti alla luce. L'idropittura avra' massa volumica non superiore a  $1,50 \text{ kg/dm}^3$ , tempo di essiccazione massimo di 8 ore, assenza di colori. Alla prova di lavabilita' l'idropittura non dovra' presentare distacchi o rammollimenti, ne' alterazioni di colore; inoltre dovra' superare positivamente le prove di adesivita' e di resistenza alla luce per una esposizione alla lampada ad arco non inferiore a 6 ore.

*Idropittura per esterno:*

Sara' composta dal 40 45% di pigmento (diossido di titanio rutilo in misura non inferiore al 65% del pigmento), dal 60 ÷ 65% di veicolo (lattice poliacetovinilico od acrilico con residuo secco non inferiore al 50% del veicolo) e da sostanze coloranti assolutamente resistenti alla luce.

Le idropitture per esterno, in aggiunta alle caratteristiche riportate alla lett. a), dovranno risultare particolarmente resistenti agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovranno presentare facilita' d'impiego e limitata sedimentazione. A distanza di 28 gg dall'applicazione, poi, risulteranno di colorazione uniforme, prive di macchie e perfettamente lavabili con detersivi forti.

Pitture

Generalita'

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti vernicianti non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto B. ne' tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un legante, da un solvente (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un pigmento (corpo opacizzato e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verra' definito, con termine gia' in precedenza adoperato, veicolo.

Con riguardo alla normativa, si fara' riferimento oltre che alle UNI precedentemente richiamate, anche alle UNICHIM (Prodotti vernicianti - Metodi generali di prova).

**\* Pitture ad olio**

Appartengono alla categoria delle pitture essiccate per ossidazione, nelle quali cioe' la polimerizzazione avviene per forte assorbimento di ossigeno atmosferico. Il processo risultera' rinforzato con l'aggiunta di opportuni siccativi (sali di acidi organici di cobalto, manganese, ecc.) innestati in dosi adeguate.

Per l'applicazione, le pitture ad olio dovranno risultare composte da non meno di 60% di pigmento e da non oltre il 40% di veicolo. Le caratteristiche dei materiali sono riportate in appresso, per alcuni prodotti di piu' comune impiego.

**\* Pitture oleosintetiche**

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, le pitture in argomento presenteranno massa volumica di  $1 \div 1,50 \text{ kg/dm}^3$ , adesivita' 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione fuori polvere (f.p.) di  $4 \div 6$  ore, residuo secco min. del 55%, brillantezza non inferiore a 80 Gloss, allungamento sopra supporto non inferiore al 9%. Le pitture inoltre dovranno risultare resistenti agli agenti atmosferici, all'acqua (per immersione non inferiore a 18 ore), alla luce (per esposizione non inferiore a 72 ore) ed alle variazioni di temperatura, in rapporto alle condizioni d'impiego ed alle prescrizioni.

Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.

**\* Pitture antiruggine ed anticorrosive**

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalita' d'impiego, al tipo di finitura nonche' alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Con riguardo comunque alle pitture di piu' comune impiego, si prescrive:

**\* Antiruggine ad olio al minio di piombo:** Dovra' corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1. del manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densita'  $2,80 \div 3,40$ , finezza di macinazione  $20 \div 40$  micron, essiccazione f.p. max. 6 ore, essiccazione max. 72 ore. La pittura sara' preparata con l'80% min. di pigmento, il 13% min. di legante ed il 5% max. di solvente. Il pigmento sara' composto da non meno del 60% di minio al 32,5%  $\text{PbO}^2$  e da non oltre il 40% di barite, silicati di Mg, di Al, grafite ed ossidi di ferro; il legante dal 100% di olio di lino cotto, pressocche' esente da acidita' ed assolutamente esente da colofonia; il solvente, infine, da almeno l'80% di idrocarburi distillati oltre  $150^\circ\text{C}$ .

**\* Antiruggine oleosintetica al minio di piombo:**

Dovra' corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2 del UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densita'  $2,10 \div 2,40$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore. La pittura sara' preparata con il 70% min. di pigmento, il 15% min. di legante ed il 15% max. di solvente. Il pigmento ed il solvente saranno composti come alla precedente lett. a); il legante sara' costituito da resina alchidica lungolio modificata con olii e standoli, con un contenuto di olio min. del 70%.

**\* Anticorrosiva al cromato di zinco:** Dovra' corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4 del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densita'  $1,35 \div 1,48$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.

La pittura sara' preparata con il 46  $\div$  52% di pigmento, il 22  $\div$  25% di legante ed il 32% max. di solvente. Il pigmento sara' composto dal 50% min. di cromato di zinco; il legante da resina alchidica lungolio al 100%.

**\* Pitture murali a base di resine plastiche**

Avranno come leganti resine sintetiche di elevato pregio (pomilieri clorovinilici, alchidica, copolimeri acril-vinil-toluenici, butadienici-stirenici, ecc. sciolti di norma in solventi organici alifatici) e come corpo pigmenti di qualita', ossidi, coloranti ed additivi vari. Le pitture presenteranno ottima resistenza agli alcali ed agli agenti atmosferici, au-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

tolavabilità, proprietà di respirazione e di repellenza all'acqua, perfetta adesione anche su superfici sfarinanti, adeguata resistenza alle muffe, alle macchie ed alla scolorazione, facilita d'applicazione e rapida essiccabilità.

**\* Vernici**

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flatting grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura e elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. In termini quantitativi presenteranno adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p. 4 ÷ 6 ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm. Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al cloroaccaucci, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

**\* Smalti**

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticoloranti ecc.) Gli smalti sintetici, prodotti di norme nei tipi per interno e per esterno presenteranno adesività 0%, durezza 26 Sward Rocker, finezza di macinazione inferiore a 12 micron, massa volumica 1,10 + 30 % kg/dm<sup>3</sup>, resistenza all'imbutitura per deformazione fino ad 8 mm. Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata (per i lucidi non inferiore a 90 Gloss, per satinati non superiore a 50 Gloss), nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta compionature. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

**2.15 Manufatti**

**Manufatti in pietra artificiale**

Saranno confezionati con alto dosaggio di cemento ed inerti particolarmente selezionati; avranno massa volumica non inferiore a 2300 kg/m<sup>3</sup> e la superficie esterna a vista, per lo spessore di almeno 2 cm, formata con malta dosata a 400 ÷ 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento, nel tipo bianco o colorato.

**Manufatti di argilla espansa**

Avranno caratteristiche (massa, resistenza, conducibilità termica) strettamente legate alle diverse forme di composizione del conglomerato le quali, se non specificate in Elenco, saranno prescritte dalla DD.LL. I blocchi e le lastre per murature potranno essere del tipo autoportante normale (AN) o faccia vista (AF) e portante normale (PN) o faccia vista (PF). In ogni caso saranno confezionati con non meno di 200 Kg di cemento portland 425 per metro cubo di inerte. Gli elementi saranno ottenuti per vibro-compressore con rapporti di riduzione volumetrica in stampo non inferiori a 1,4:1 e controllo elettronico dell'umidità degli inerti. Avranno pareti e costolature studiate in modo da avere una distribuzione dei carichi uniforme e, per i tipi a camera d'aria e costole di collegamento, struttura perfettamente omogenea e camere chiuse su una testa nelle fasce laterali (per i tipi a triplice ordine di camere).

Le tolleranze saranno di  $\pm 0,4$  mm sulla lunghezza di  $\pm 0,3$  mm sull'altezza e spessore; la resistenza a rottura a compressione, per gli elementi autoportanti, non dovrà risultare inferiore a 30 kg/cm<sup>2</sup> (riferita alla sezione netta dell'elemento); per gli elementi autoportanti invece non dovrà risultare inferiore a 40 kgf/cm<sup>2</sup>.

Tutti i manufatti presenteranno superfici perfettamente squadrate, spigoli vivi, grana omogenea e compatta: avranno stagionatura non inferiore a 28 gg. o maturazione a vapore effettuata in appositi essiccatoi a temperatura di 80°C prolungata per almeno 8 ore.

Sui manufatti da impiegare per murature, particolarmente per quelli da destinare alle parti esterne, potranno venire richieste le seguenti prove:

*Prova di imbibizione:* sarà eseguita su un prelievo di n. 4 blocchi. Dopo essiccazione in stufa fino a peso costante ed immersione in acqua per 48 ore, si misurerà la quantità d'acqua assorbita, esprimendola in percentuale del peso dei

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

blocchi essiccati. La media dei tre risultati più omogenei, fra i 4 campioni prescelti dovrà dare un coefficiente di imbibizione non superiore al 25%.

*Prova di resistenza a compressione:* sarà eseguita su n. 4 campioni adottando come carico di rottura il valore medio dei tre risultati più omogenei. la prova, ripetuta su campioni immersi in acqua per 48 ore o sottoposti a prova di gelività, non dovrà dare risultati inferiori del 10% rispetto ai precedenti.

Per gli elementi portanti potranno essere richieste resistenze di rottura per compressione fino a 80 kgf/cm<sup>2</sup>.

## 2.16 Isolanti

### Isolanti termo-acustici

I materiali da impiegare per l'isolamento termo-acustico dovranno possedere bassa conducibilità per struttura propria, essere leggeri, resistenti, idonei alla temperatura d'impiego ed incombustibili, chimicamente inerti e volumetricamente stabili, non aggressivi, insensibili agli agenti atmosferici (ossigeno, umidità, anidride carbonica), inodori, inattaccabili da microrganismi, insetti e muffe, anigroscopici ed imputrescibili, elastici, stabili all'invecchiamento.

### Isolanti termici

Verranno considerati tali i materiali aventi un coefficiente di conducibilità termica inferiore a 0,10 kcal/mh°C. Per la classifica verranno distinte le seguenti categorie:

1. Materiali cellulari a celle chiuse (impropriamente detti porosi), cioè non comunicanti tra loro, e costituiti per la generalità da prodotti sintetici espansi.
2. Materiali a celle aperte (più propriamente detti porosi) che potranno a loro volta distinguersi in granulari (vermiculite, perlite, ecc.) e fibrosi (fibre di vetro, lane minerali, ecc.).

#### \* Polistirolo espanso (PSE)

Materiale plastico stabile, ottenuto per espansione del polistirolo (o polistirene, polimero dello stirene), potrà essere prodotto per espansione mediante vapore (od altro sistema) o per estrusione e taglio o per estrusione nello spessore voluto. Per la fornitura dovrà comunque essere approvvigionato materiale ottenuto in questa ultima forma, con densità compresa fra 30 e 50 kg/m<sup>3</sup>, salvo densità maggiori per particolari esigenze di resistenza ed indeformabilità.

Il polistirolo dovrà essere resistente agli urti, pressoché impermeabile all'acqua ed al vapore, anigroscopico ed imputrescibile, inodoro e, per le applicazioni a vista o non sufficientemente protette, anche autoestinguente; dovrà resistere inoltre a temperature di impiego non inferiori a 75°C.

Se richiesto, dovrà essere corredato del "Marchio di Qualità" rilasciato dall'Istituto Italiano per il Polistirolo Espanso di Qualità Garantita.

Nel caso di isolamenti termici anticondensa, il polistirolo dovrà venire protetto con adeguata barriera al vapore; dovrà altresì venire protetto da contatti o vapori di bitume a freddo, catrami, vernici, carburanti, solventi e diluenti in genere.

#### \* Poliuretano espanso

Materiale plastico stabile, caratterizzato dal bassissimo valore della conducibilità termica (dovuto al gas che sostituisce l'aria nelle celle), potrà essere fornito in manufatti rigidi o flessibili o prodotto "in sito" per iniezione (foamed in place).

Qualunque sia comunque il sistema di produzione ed espansione, il poliuretano espanso presenterà densità compresa fra 30 e 50 kg/m<sup>3</sup>, coefficiente di conducibilità termica non superiore a 0,018 Kcal/mh°C (misurato a 25°C) e resistenza alla compressione, in direzione normale alla espansione, non inferiore a 1 kgf/cm<sup>2</sup> (per densità 30) ed a 3 kg/cm<sup>2</sup> (per densità 50) con variazione lineare tra i due limiti ed anche in estrapolazione.

#### \* Vermiculite

Minerale fillosilicato di tipo argilloso, risultante dall'alterazione della mica nera, sarà fornita sotto forma di prodotto espanso, ottenuto per rapido riscaldamento del minerale alla temperatura di 250 ÷ 300°C, previo essiccamento a non oltre 82°C, raffinazione, sfibratura e selezione.

L'espanso, dovrà essere esente da ogni impurità, insolubile in acqua, resistente alle basi fortissime (e perciò inattaccabile da calce e cementi), incombustibile e potrà essere fornito, salvo impieghi speciali, nelle seguenti granulometrie: fine (1 ÷ 3 mm), media (3 ÷ 6 mm) e grossa (6 ÷ 12 mm). In rapporto alla granulometria il materiale avrà massa volumica apparente di 100 ÷ 60 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica a 20°C di 0,03 ÷ 0,04 Kcal/mh°C e potrà essere impiegato fino a temperature di 900°C.

\* Argilla espansa

Sara' formata da granuli di varie dimensioni, aventi una struttura interna cellulare clinkerizzata ed una dura e resistente scorza esterna.

Il materiale dovra' essere assolutamente inerte, libero da sostanze organiche e combustibili, resistente alla compressione, leggero, impermeabile, refrattario, dimensionalmente stabile. Le granulometrie apparterranno alle seguenti classi: fine (0,5 ÷ 3 mm), medio fine (3 ÷ 8 mm), media (8 ÷ 15 mm), grossa (15 ÷ 20 mm). Il coefficiente di conducibilita' termica, a temperatura ambiente, sara' di circa 0,08 Kcal/mh°C.

\* Fibre di vetro

Proverranno da materiali di qualita' molto pura, esenti da alcali, ed avranno composizione stabile e rigorosamente dosata, totale inerzia chimica, totale anigroscopicita' ed incombustibilita', totale assenza di materiali non fibrato.

Le fibre inoltre saranno elastiche, flessibili e di elevatissimo rendimento termo-acustico.

Le resine per il trattamento delle fibre saranno, di norma, del tipo sintetico termoindurente con polimerizzazione ad alta temperatura.

\* Lana di roccia

Di caratteristiche analoghe alla lana di vetro, sara' ricavata dalla fusione e filatura di rocce aventi particolari caratteristiche coibenti, scorie d'alto forno o speciali miscele vetrificabili.

La lana di roccia dovra' essere esente da zolfo ed alcali liberi, presentare reazione neutra, resistere agli acidi purché non concentrati (tranne HCL) ed alle basi. Il materiale sara' inoltre stabile al vapore acqueo ed all'acqua calda, avra' un alto coefficiente di assorbimento acustico, una conducibilita' termica dello stesso ordine della lana di vetro e resistera' fino a temperature di 700°C continui senza subire alcuna alterazione chimico-fisica.

Isolanti acustici

Gli isolanti acustici saranno caratterizzati da un elevato fattore di assorbimento acustico (elevato potere fonoisolante od elevato potere fonoassorbente secondo i tipi e le condizioni di impiego) il quale salvo particolari, dovra' essere quanto piu' possibilmente costante nel campo delle piu' comuni frequenze.

Adesivi

Saranno costituiti da resine o da prodotti diversi, di resistenza adeguata (mediamente nel rapporto 3:1) agli sforzi cui potranno essere interessati i materiali aderenti (trazione, taglio, spaccatura, spellatura) e presenteranno assoluta compatibilita' con gli stessi ed alto grado di bagnabilita' relativa (wetting).

Ad applicazione avvenuta gli adesivi saranno inoltre insolubili in acqua, chimicamente inerti, stabili agli sbalzi di temperatura, ininfiammabili ed atossici. Gli eventuali additivi (catalizzatori, stabilizzanti, solventi, plastificanti cariche) dovranno essere compatibili con le resine di base senza compromettere i risultati finali dell'adesivo.

Sigillanti

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e la ermeticita' dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo preformato o non preformato, questi ultimi a media consistenza (mastici) od alta consistenza (stucchi).

Nel tipo preformato i sigillanti saranno in genere costituiti da nastri, strisce e cordoni non vulcanizzati o parzialmente vulcanizzati. Nel tipo non preformato a media consistenza saranno in genere costituiti da prodotti non vulcanizzati di tipo liquido (autolivellanti) o pastoso (a diverso grado di consistenza o tixotropici), ad uno o piu' componenti.

In rapporto alle prestazioni poi, potranno essere distinti in sigillanti ad alto recupero elastico (elastomerici) e sigillanti a basso recupero (elastoplastici e plastici). Caratteristiche comuni saranno comunque la facilita' e possibilita' d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente: + 5/ + 40°C), la perfetta adesivita', la resistenza all'acqua, all'ossigeno ed agli sbalzi di temperatura, la resistenza all'invecchiamento e, per i giunti mobili, anche ai fenomeni di fatica. Per i metodi di prova si fara' in genere riferimento alle norme A.S.T.M. Prove diverse ed ulteriori potranno comunque venire richieste dalla Direzione in rapporto a particolari requisiti e specifiche di accettazione connesse alle condizioni d'impiego.

Idrofughi

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte cui verranno addizionati efficace e duratura idrorepellanza senza peraltro alterare negativamente le qualita' fisico-meccaniche delle stesse. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonche', per intonachi comentizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilita'.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione del tipo, dei modi d'impiego e della Ditta produttrice.

#### Idrorepellenti

Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa od in solvente, dovranno essere compatibili con i materiali sui quali verranno applicati, dei quali non dovranno in alcun modo alterare le proprietà, né l'aspetto od il colore. Tali prodotti saranno perciò perfettamente trasparenti, inalterabili agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, agli sbalzi di temperatura e dovranno conservare la porosità e la trasparibilità delle strutture. Prove di idrorepellanza, effettuate su campioni di materiale trattato e sottoposti per non meno di 5 ore a getti di acqua continuati, dovranno dare percentuali di assorbimento assolutamente nulle.

Gli idrorepellenti saranno approvvigionati come al precedente punto C. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

#### Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aeranti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno essere conformi alla specifica normativa UNI, da 7102 a 7109, nonché a quanto prescritto al punto 5., all. 1, del D.M. 25 luglio 1985.

Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di Laboratorio Ufficiale, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro od a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da oli, grassi e particelle metalliche non ferrose; l'aggregato metallico base sarà permeabile all'acqua e non conterrà più dello 0,75% di materiale solubile in acqua.

### 2.17 Materiali per sistemazioni a verde e opere del paesaggio

#### Materiali

Tutto il materiale edile, impiantistico e di arredo (es. pietre, mattoni, legname da costruzione, irrigatori, apparecchi di illuminazione, ecc.), il materiale agrario (es. terra di coltivo, concimi, torba, ecc.) e il materiale vegetale (es. alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per la sistemazione ambientale, dovrà essere delle migliori qualità, senza difetti e in ogni caso con qualità e pregi uguali o superiori a quanto è prescritto dal presente Capitolato, dal progetto e dalla normativa vigente. S'intende che la provenienza sarà liberamente scelta dall'Impresa purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano riconosciuti accettabili. L'Impresa è obbligata a notificare, in tempo utile, alla Direzione Lavori la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni.

L'Impresa dovrà sostituire a sua cura e spese, con altre rispondenti ai requisiti concordati, le eventuali partite non ritenute conformi dalla Direzione Lavori.

L'approvazione dei materiali consegnati sul posto non sarà tuttavia considerata come accettazione definitiva: la Direzione Lavori si riserva infatti la facoltà di rifiutare, in qualsiasi momento, quei materiali e quelle provviste che si siano, per qualsiasi causa, alterati dopo l'introduzione sul cantiere, nonché il diritto di farli analizzare a cura e spese dell'Impresa, per accertare la loro corrispondenza con i requisiti specificati nel presente Capitolato e dalle norme vigenti. In ogni caso l'Impresa, pur avendo ottenuto l'approvazione dei materiali dalla Direzione Lavori, resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere.

L'Impresa fornirà tutto il materiale (edile, impiantistico, agrario e vegetale) indicato negli elenchi e riportato nei disegni allegati, nelle quantità necessarie alla realizzazione della sistemazione.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere le caratteristiche indicate di seguito.

#### Materiale agrario

Per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

#### Terra di coltivo riportata

L'Impresa prima di effettuare il riporto della terra di coltivo dovrà accertarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

L'Impresa dovrà disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio, per ogni tipo di suolo. Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente Capitolato, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S. Per i parametri non codificati, per i rilievi e le analisi l'impresa farà riferimento al presente Capitolato Speciale e all'elenco prezzi.

La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera.

La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm. 2,0 non dovrà eccedere il 25% del volume totale.

L'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori l'impiego di terra le cui analisi abbiano oltrepassato i valori indicati, salvo quanto diversamente indicato nell'Elenco prezzi. La terra di coltivo dovrà essere priva di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante, a giudizio della Direzione Lavori.

#### Substrati di coltivazione

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

Per i substrati imballati, le confezioni dovranno riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto.

In mancanza delle suddette indicazioni sulle confezioni, o nel caso di substrati non confezionati, l'Impresa dovrà fornire, oltre ai dati sopra indicati, i risultati di analisi realizzate a proprie spese, secondo i metodi normalizzati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S. da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

I substrati, una volta pronti per l'impiego, dovranno essere omogenei e i componenti distribuiti in proporzioni costanti all'interno della loro massa.

I substrati non confezionati o privi delle indicazioni sopra citate sulla confezione, potranno contenere anche altri componenti, in proporzioni note, tutti chiaramente specificati, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà determinare e sottoporre sempre all'approvazione della Direzione Lavori la densità apparente e la capacità di campo dei substrati destinati alle opere pensili a verde.

Sono definiti substrati organici di coltivazione:

Terriccio di letame, composto da terra e letame, con rapporto quantitativo specificato in percentuale sul volume totale

Terriccio di castagno

Terra d'erica o di brughiera o di scopa

Terriccio di foglie di faggio

Terriccio di bosco, composto da residui di più specie vegetali anche diverse dalle precedenti, e specificate

Sfagno

Torba di tipo, pH e provenienza noti

Miscugli tra i substrati sopra indicati, in proporzioni note

Altri substrati analoghi ai precedenti, indicati nella legge 748 del 19/10/84.

#### PARAMETRI

Per le torbe, lo sfagno ed i substrati confezionati dovrà essere indicato sulle confezioni, oltre al pH, quanto altro disposto dalla legge n. 748 del 19.10.84; per i substrati sfusi, appositamente predisposti, oltre al tipo devono essere dichiarate le seguenti caratteristiche, determinate su estratto acquoso, ottenuto come indicato da Sonneveld C. e al. (1971 e 1974), da Tesi R. e al. (1976), o con procedure analoghe (dettagliatamente descritte dal committente):

pH

Azoto totale

Fosforo totale

Potassio totale

I substrati non confezionati, escluse le torbe e lo sfagno, e non ricadenti nelle tipologie previste dalle vigenti norme di legge, per i quali non siano disponibili i dati sopra indicati, sono analizzati per i seguenti parametri:

Sostanza organica (solo per i substrati che ne sembrano apparentemente sprovvisti)

Azoto nitrico

Azoto ammoniacale

Densità apparente riferita ad un tenore di umidità specificato

Capacità idrica di campo Conducibilità ECe

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

I substrati non confezionati possono essere costituiti anche da altri componenti, se chiaramente specificati:  
sabbia lavata

perlite

polistirolo espanso

corteccia di specie note e di impiego consueto per la preparazione dei substrati

pomice o pozzolana

argilla espansa

vermiculite

altri componenti

Il tipo di substrato è definito in fase di progetto per ogni specifica esigenza; pertanto, rispetto a quanto accennato per la terra di coltivo nell'apposita scheda, le valutazioni sull'idoneità dei materiali differiscono, perché preliminari all'esecuzione dei lavori.

Le analisi sopra indicate sono quelle più ricorrenti, ma secondo specifiche necessità è possibile richiederne anche altre, appositamente predisposte, a giudizio del tecnico competente.

La conducibilità ECe è un importante elemento di valutazione del livello di salinità del substrato.

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge n. 748 del 19 ottobre 1984 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti"

### Concimi minerali ed organici

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere torniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione, scegliendoli di volta in volta in base alle analisi di laboratorio sul terreno e sui concimi e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora e il periodo di manutenzione, quale tipo di concime dovrà essere usato.

Ai sensi della Legge 19 Ottobre 1984 n. 748 art. 2.2, per Concime si intende "qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici principali della fertilità a queste necessarie per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo".

I concimi possono essere (Legge 19.10.84 n. 748 art. 1):

- Minerali - Semplici: Azotati, fosfatici, potassici
- Composti: Azoto-fosfatici, Azoto-potassici, Fosfato-potassici,
- Azoto-fosfato-potassici
- Organici - Azotati
- Azoto-fosfatici
- Organo minerali - Azotati
- Azoto-fosfatici
- Azoto-potassici
- Azoto-fosfato-potassici

### PARAMETRI

Le caratteristiche dei concimi devono corrispondere a quelli fissati dalla Legge 19.10.84 n. 748

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge 19.10.84 n. 748

### Ammendanti e correttivi

Con ammendanti si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno.

Con correttivi si intendono quei prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

In accordo con la Direzione Lavori si potranno impiegare prodotti con funzioni miste purché ne siano dichiarati la provenienza, la composizione e il campo di azione e siano forniti preferibilmente negli involucri originali secondo la normativa vigente.

Ai sensi della Legge 19 Ottobre 1984, n. 748 art. 2.3 per Ammendante e Correttivo si intende "qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno".

Gli ammendanti e correttivi più noti sono:

letame:	essiccato artificiale
compost	da Residui Solidi Urbani
torba:	acida neutra umificata
marne	
calce Agricola	
ceneri;	
gessi	
solfo ferroso.	

## PARAMETRI

Le caratteristiche degli ammendanti e correttivi devono corrispondere a quelli fissati dalla Legge 19.10.84 n. 748.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge 19.10.84 n. 748

DPR 10.9.82 n. 915 art. 4

Deliberazione del Comitato Interministeriale 27.7.1984 "Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del decreto del Presidente della Repubblica 10.9.82 n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti, punto 3.4.2."

## Pacciamatura

Con pacciamatura s'intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi e dovranno essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali con dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta qualità e provenienza.

Con il termine di pacciamatura si intende la tecnica di copertura del terreno con materiali di vario tipo atti a contenere lo sviluppo delle infestanti e l'evaporazione del suolo (pacciamatura).

Le pacciamature devono, comunque, evitare danni di qualsiasi natura ai tessuti dei vegetali e consentirne il normale sviluppo nel tempo.

### Naturali:

- ciottoli e altri materiali lapidei frantumati
- corteccia di conifere in schegge o trucioli
- pula di riso

### Artificiali:

- argilla espansa
- film in materiale plastico:
  - polietilene plastico (PE)
  - policloruro di vinile (PVC)
  - polipropilene (PP)
- teli in materiale tessuto non tessuto:
  - polipropilene
  - poliestere

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme UNI vigenti

## Fitofarmaci

I fitofarmaci da usare (es. anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, anti-traspiranti, mastici per dendrochirurgia, ecc.) dovranno essere forniti nei contenitori originali e sigillati dalla fabbrica, con l'indicazione della composizione e della classe di tossicità, secondo la normativa vigente.

Ai sensi del DPR 3 Agosto 1968 n. 1225, art. 1, sono sottoposti ad autorizzazione, controllo e registrazione da parte del Ministero della Sanità, come Presidi Sanitari, i Fitofarmaci.

Per Presidi Sanitari si intendono: i prodotti destinati a combattere gli organismi animali e vegetali, i microrganismi e i virus nocivi alla produzione agricola (omissis).

Per Presidi Sanitari "pronti all'impiego" si intendono quelli pronti e confezionati per l'uso, che possono essere utilizzati sia allo stato in cui si trovano all'atto della vendita, sia dopo una preparazione, come ad esempio diluizione, soluzione, addizione ad esche e simili.

Ai fini del precedente Regolamento ed in relazione alla tossicità per l'uomo e per gli animali, i Presidi Sanitari sono classificati convenzionalmente come segue (v. art. 3 DPR 3 Agosto 1968 n. 1255):

*PROGETTO DEFINITIVO*  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

CLASSE I: DL 50 con principio attivo minore di 50 mg/Kg

CLASSE II: DL 50 con principio attivo compreso fra 50 e 500 mg/Kg

CLASSE III: DL 50 con principio attivo superiore a 500 mg/Kg

CLASSE IV: quando la manipolazione e l'impiego normale può comportare rischi trascurabili per l'uomo.

In base all'uso corrente, i presidi sanitari vengono così classificati:

- anticrittogamici o fungicidi
- insetticidi
- acaricidi
- nematocidi
- erbicidi
- limacidi
- rodenticidi
- coadiuvanti

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

DPR 3 Agosto 1968 n. 1255

Pali di sostegno, ancoraggi e legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante.

I tutori dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggiore diametro. La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa, in alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda di acciaio muniti di tendifilo.

Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

Drenaggi e materiali antierosione

I materiali da impiegare per la realizzazione di drenaggi e opere antierosione dovranno corrispondere a quanto indicato in progetto e, per quelli forniti in confezione, essere consegnati nei loro imballi originali, attestanti quantità e caratteristiche del contenuto (es. resistenza, composizione chimica, requisiti idraulici e fisici, durata, ecc.) per essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro impiego. Per i prodotti non confezionati la Direzione Lavori ne verificherà di volta in volta qualità e provenienza.

Con il termine "opere di drenaggio" si comprendono in senso generale sia opere intese alla raccolta e all'allontanamento delle acque superficiali (opere di drenaggio superficiale), sia opere intese alla raccolta e al convogliamento di acque profonde, sia infine opere intese a regolare l'aerazione del terreno.

Le tipologie principali sono le seguenti:

a) Fossi di guardia posti a monte della scarpata o del terreno interessato per intercettare le acque di scolo superficiale. Si dispongono a distanza di almeno 1 metro dal bordo delle scarpate, devono avere pendenze longitudinali tali da assicurare il deflusso delle acque raccolte convogliandole, in appositi scivoli rivestiti, alle estremità o nella cunetta. I fossi di guardia possono essere rivestiti o in terra.

b) Cunette disposte alla base del terreno da drenare, raccolgono le acque di scolo superficiale, quelle apportate da eventuali scivoli rivestiti nonché le acque meteoriche della sede stradale. Le cunette sono rivestite quando si temano fenomeni di erosione. Per la descrizione e i dettagli costruttivi dei fossi di guardia e delle cunette c. Norme CNR-UNI 10.007.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

c) Opere di raccolta delle acque sorgive che possono fuoriuscire in corrispondenza dell'intersezione della superficie con una falda, ovvero con un piano inclinato di separazione fra uno strato di terreno impermeabile sottostante e uno strato permeabile sovrastante. Queste acque possono creare sulla scarpata erosioni e plasticizzazioni locali che danno luogo a fenomeni di dissesto chiamati smottamenti.

d) Trincee drenanti disposte perpendicolarmente alla linea di massima pendenza del terreno per intercettare o abbassare una falda freatica affiorante lungo la scarpata. La trincea deve tagliare il piano impermeabile di scorrimento della falda (v. fig. 2) e deve essere realizzata quando le acque sorgive producano fenomeni di plasticizzazione estesi a tutta la superficie con conseguenti pericoli di scivolamento.

Nel caso, invece, che la trincea non raggiunga detto strato impermeabile si produce solo l'abbassamento del livello della falda.

Una trincea drenante va riempita con apposito materiale che consenta l'azione emungente senza che avvenga trasporto solido. A ciò si contempera rispettando per il materiale dei dreni la cosiddetta "regola dei filtri".

La trincea drenante deve essere protetta dalla penetrazione diretta di acqua di scolo superficiale che trasporta materiale solido con un tappo argilloso impermeabile disposto superiormente.

Le trincee drenanti scaricano le acque raccolte o alle loro estremità o, mediante raccordi trasversali, nella cunetta.

Talvolta esse sono collegate da speroni drenanti che oltre alla funzione di scarico, aumentano il drenaggio del terreno dietro la scarpata.

e) Gallerie drenanti impiegate quando la superficie impermeabile di scorrimento della falda da tagliare è molto profonda.

f) Speroni drenanti usati per prosciugare il terreno a ridosso di una scarpata. Sono costituiti da trincee drenanti disposte trasversalmente al pendio delle scarpate e si inoltrano nel terreno per la profondità del tratto da drenare. Talvolta sono collegati a trincee longitudinali, costituendo un insieme drenante per intercettare una falda e prosciugare il terreno dietro la scarpata.

Gli speroni drenanti esercitano un'azione meccanica di sostegno della terra per attrito laterale e creano, setti trasversali di terreno prosciugato resistente.

#### PARAMETRI

I dreni per mantenere la loro efficacia a lungo ed evitare il progressivo intasamento da parte del terreno drenato, devono soggiacere a ben precise caratteristiche granulometriche per quanto riguarda il materiale di riempimento, cioè il materiale filtrante.

Questo materiale deve infatti possedere dei vuoti intergranulari tali da essere sufficientemente permeabili all'acqua e trattenere l'eventuale trasporto solido del materiale drenato.

Il materiale del filtro, a contatto con il tubo forato di raccolta e di asportazione delle acque, disposto sul fondo del dreni, non dovrà penetrare entro i fori del tubo ed essere asportato.

Queste caratteristiche granulometriche vanno sotto il nome generico di "regola dei filtri", (o regola del Terzaghi) che trova riscontro sia nella norma CNR-UNI 10.006, sia nelle norme di altri paesi e si esprime come segue:

$$5 \times d_{15} \geq D_{15} \geq 5 \times d_{85}$$

dove:  $D_{15}$  è il diametro che corrisponde al 15% di passante nella curva granulometrica del materiale drenante,  $d_{15}$  e  $d_{85}$  sono rispettivamente i diametri corrispondenti al 15% e all'85% di passante nella curva granulometrica del terreno da drenare.

Per quanto riguarda invece il rapporto intercorrente fra la granulometria del materiale drenante e i fori dei tubi (o i distacchi fra elementi di tubi) la relazione che deve essere rispettata è la seguente:

$$D_{85} \geq 1.5 a$$

dove:  $D_{85}$  è il diametro corrispondente all'85% di passante nella curva granulometrica del materiale drenante, "a" è la dimensione dei fori o dei distacchi dei tubi (fig. 3). Es.: indicando con (1) la curva granulometrica del terreno da drenare, per determinare quella del materiale drenante (2) si riporterà verso i diametri crescenti un segmento compreso fra 5  $d_{15}$  e 5  $d_{85}$ : il 15% di passante del materiale filtrante deve essere compreso fra questi estremi.

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

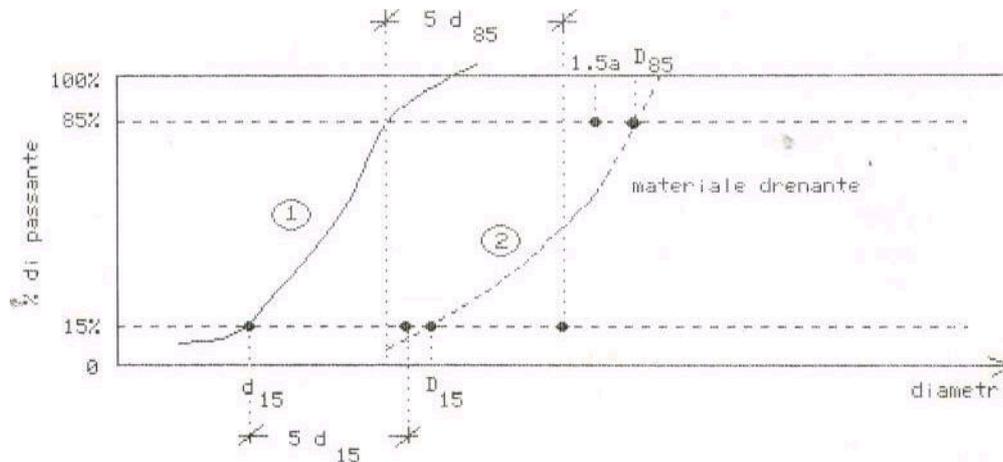


Fig. 3

Contemporaneamente si riporterà sulla orizzontale corrispondente all'85% di passante il valore 1.5 a: la curva granulometrica del materiale filtrante (2) dovrà intersecare questa retta a destra del valore anzidetto. Ove non fosse possibile soddisfare a queste condizioni con un unico materiale, il materiale del filtro sarà costituito da più strati come indicato nella fig. 4 con il materiale più fino a contatto con il terreno.



fonda in calc. magro

RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme unificate materie plastiche - Drenaggio ed Erogatori di materia plastica per impianti di irrigazione.

Sono in fase di definizione le seguenti norme:

— Tubi per drenaggio, di materiali termoplastici.

Tipi, dimensioni e requisiti Prog. Uniplast E13.08.378.0

Metodi di prova Prog. Uniplast E13.08.388.0

— Erogatori a stillicidio (gocciolatori).

Tipi, dimensioni e requisiti Prog. Uniplast E13.08.447.0

Metodi di prova Prog. Uniplast E13.08.451.0

COMMENTO

Non rispettare la "regola dei filtri" costruendo il filtro mediante scheggioni grossi di pietrame con grandi vuoti, nell'illusione che il drenaggio sia più efficace, porta all'inevitabile intasamento del filtro dopo un tempo relativamente breve,

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

e alla pericolosa formazione di cavità entro il materiale drenato in prossimità del dreno per asportazione di materiale solido.

Se il terreno da proteggere fosse monogranulare, il problema sarebbe semplice in quanto il materiale del filtro potrebbe anch'esso essere monogranulare, con vuoti sufficienti a consentire il passaggio dell'acqua, ma di dimensioni inferiori ai granuli del materiale drenato.

Poiché in genere il terreno drenato non è monogranulare, lo strato filtrante dovrà adeguarsi con la sua granulometria alla frazione granulometrica "efficace" compresa fra il 15 e l'85% di passante del terreno drenato.

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

Norma CNR UNI 10.006

Norma CNR UNI 10.007

D.M. 11.03.1988

Legge 13.07.1911 n. 774

#### Acqua

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'Impresa, se le sarà consentito di approvigionarsi da fonti del Committente, sarà tenuta, su richiesta della Direzione Lavori, a verificare periodicamente per mezzo di analisi effettuate secondo le procedure normalizzate della Società Italiana di Scienza del Suolo - S.I.S.S., la qualità dell'acqua da utilizzare e a segnalare le eventuali alterazioni riscontrate. Gli oneri relativi saranno a carico del Committente. In caso contrario l'Impresa provvederà a sua cura e spese al controllo periodico della qualità dell'acqua (v. Allegati tecnici).

#### Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare, contestualmente all'Impresa appaltatrice, visite ai vivai di provenienza allo scopo di scegliere le piante; si riserva quindi la facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate nel presente Capitolato, nell'Elenco prezzi e negli elaborati di progetto in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Le piante dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

L'Impresa sotto la sua piena responsabilità potrà utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori.

Le piante dovranno aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio e rispondere alle specifiche contenute negli.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, cultivar) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante dovranno essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, ecc.) sono precisate nelle specifiche allegare al progetto o indicate nell'Elenco prezzi e nelle successive voci particolari.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate sul cantiere.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, l'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste 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 carico del materiale sovrastante.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno; il tempo intercorrente tra il pre-lievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile.

In particolare l'Impresa 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.

### Alberi

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora.

Gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

In particolare il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Le zolle e i contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore, la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore dovranno essere state adeguatamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato, ecc.), rinforzato, se le piante superano i 5 metri di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellicola plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto (non saranno ammesse sottomisure salvo accettazione della Direzione dei Lavori);
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi.

Per gli alberi innestati dovranno essere specificati il tipo di portainnesto e l'altezza del punto d'innesto, che non dovrà presentare sintomi di disaffinità.

### Arbusti e cespugli

Arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non dovranno avere portamento «filato», dovranno possedere un minimo di tre ramificazioni alla base e presentarsi dell'altezza prescritta in progetto o in Elenco prezzi, proporzionata al diametro della chioma e a quello del fusto.

Anche per arbusti e cespugli l'«altezza totale» verrà rilevata analogamente a quella degli alberi (v. art. 42.1). Il diametro della chioma sarà rilevato alla sua massima ampiezza.

Tutti gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche e della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Il loro apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Per le indicazioni riguardanti l'apparato radicale, l'imballo delle zolle, la terra delle zolle e dei contenitori vale quanto esposto nel precedente articolo a proposito degli alberi

### Piante esemplari

Per piante esemplari si intendono alberi, arbusti e cespugli di grandi dimensioni nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento.

Queste piante dovranno essere state preparate per la messa a dimora.

Le piante esemplari sono riportate in Elenco prezzi distinguendole dalle altre della stessa specie e varietà.

#### Piante tappezzanti

Le piante tappezzanti dovranno avere portamento basso e/o strisciante e buona capacità di copertura, garantita da ramificazioni uniformi.

Dovranno essere sempre fornite in contenitore con le radici pienamente compenstrate nel substrato di coltura, senza fuoriuscire dal contenitore stesso

#### Piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

Le piante appartenenti a queste categorie dovranno avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore secondo quanto prescritto dall'elenco prezzi.

#### Piante erbacee annuali, biennali e perenni

Le piante erbacee, annuali, biennali e perenni, dovranno essere sempre fornite nel contenitore in cui sono state coltivate.

Le misure riportate nelle specifiche di progetto si riferiscono all'altezza della pianta non comprensiva del contenitore, e/o al diametro dello stesso.

#### Piante bulbose, tuberose e rizomatose

Le piante che saranno consegnate sotto forma di bulbi o di tuberi dovranno essere sempre della dimensione richiesta (diametro o circonferenza). mentre quelle sotto forma di rizoma dovranno presentare almeno •e gemme. I bulbi, i tuberi e i rizomi dovranno essere sani, turgidi, ben conservati ed in stasi vegetativa.

#### Piante acquatiche e palustri

Le piante acquatiche e palustri dovranno essere fornite imballate in contenitore o in cassette predisposte alle esigenze specifiche delle singole piante, che ne consentano il trasporto e ne garantiscano la conservazione fino al momento della messa a dimora.

#### Sementi

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, 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 confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) dovrà rispettare le percentuali richieste negli elaborati di progetto.

Tutto il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in contenitori sigillati e muniti della certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette).

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi dovranno essere immagazzinate in locali freschi e privi di umidità.

#### Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso che per le esigenze della sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc.).

Prima di procedere alla fornitura, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornirè; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, verranno di norma fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non spezzarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su «pallet».

Tutto il materiale, di qualunque tipo sia, al fine di evitare danni irreparabili dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce, non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

## **CAPO II : NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **ART. N. 3 TRACCIAMENTI**

Prima d'iniziare i lavori l'Impresa è tenuta ad eseguire il rilievo altimetrico completo del lavoro in base alle indicazioni di progetto ed alle eventuali varianti e il rilievo planimetrico ed altimetrico di ogni manufatto esistente interessato dalle opere da eseguire. Tutte le quote dovranno essere legate alla rete di caposalda allegati al progetto o in mancanza a quelli indicati dalla DD.LL

Successivamente, ma comunque prima di porre mano ai lavori di scavo e riporto l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alle opere da eseguire.

I picchettamenti e le livellazioni dovranno essere eseguiti con livelli tipo laser.

Per quanto riguarda le opere murarie, l'Appaltatore dovrà precedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori di terra.

Tutto quanto sopra in base alle planimetrie, ai profili e alle sezioni di consegna rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore dalla Direzione Lavori.

I rilievi eseguiti saranno riportati, a cura dell'Impresa Appaltatrice, su tavole in scala appropriata e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa ha l'obbligo di evidenziare alla Direzione dei lavori eventuali discordanze rispetto ai dati di progetto.

### **ART. N. 4 SCAVI - GENERALITA'**

L'Appaltatore è tenuto a porre in atto di propria iniziativa ogni accorgimento e ad impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza egli è tenuto, tra l'altro, ad eseguire, non appena le circostanze lo richiedono, le puntellature, le armature ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, sconvolgimenti e smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate ed al ripristino delle sezioni corrette.

L'Appaltatore dovrà provvedere anzitutto al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. nella zona interessata dagli scavi, al loro trasporto fuori sede ed allo smaltimento in discariche da procurare a propria cura e spese, nel rispetto della normativa sullo smaltimento dei rifiuti.

Procederà quindi all'escavazione coltivata a parte, ed, in seguito, procederà all'escavazione totale secondo le sagome prescritte dal progetto. Tali sagome potranno essere modificate, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, in funzione della natura dei terreni attraversati.

La profondità degli scavi riportata nei disegni di progetto ha valore puramente indicativo in quanto gli scavi stessi devono essere spinti alla profondità che la Direzione Lavori deve indicare volta per volta in relazione alle caratteristiche del terreno, qualunque ne sia la profondità e la natura: l'Appaltatore è al corrente di questa esigenza del lavoro e rinuncia fin d'ora ad avanzare, per effetto di tale causa, richieste di compensi eccedenti quelli contrattualmente previsti.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, iniziare le murature o la posa di condotte prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato la rispondenza degli scavi al progetto e/o alle sue istruzioni.

Per l'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore sarà libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali e mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti dalla Direzione Lavori allo scopo, e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Ove ritenuto dalla Direzione Lavori necessario per il tipo di lavorazione, l'Appaltatore dovrà provvedere con opportuni accorgimenti al totale smaltimento delle acque per qualsiasi volume, distribuzione e portata delle acque stesse, anche con utilizzo di pompe, nel numero e con potenzialità tali da evitare che gli scavi e/o piani di lavoro, in corso di esecuzione ed eseguiti, siano sottoposti a risalite d'acqua.

I materiali provenienti dagli scavi, non idonei per la formazione di rilevati o per altro impiego, od esuberanti, dovranno essere riportati a rifiuto su aree o discariche da procurare a cura e spese della Ditta Appaltatrice, sempre nel rispetto della presente normativa sullo smaltimento dei rifiuti.

I materiali, anche se esuberanti, che, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, nelle zone che saranno predisposte, sempre a cura e spese della Ditta Appaltatrice, in prossimità dei lavori.

Una volta eseguite le opere di progetto, l'Appaltatore dovrà reinterrare gli scavi a sua cura e spese fino alla quota di progetto.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il reinterro dovrà essere eseguito impiegando i materiali provenienti dagli scavi solo se giudicati idonei dalla Direzione Lavori. In caso contrario dovrà essere impiegato materiali arido di cava.

Una volta eseguito il reinterro come sopra indicato, qualunque altro materiali ed oggetto proveniente dagli scavi è di proprietà dell'Appaltante; tuttavia l'Appaltatore è autorizzato, senza addebiti di sorta, ad usare - esclusivamente nei lavori di appalto - la sabbia e la ghiaia eventualmente ricavata, purché rispondano alle prescrizioni e siano quindi accettate dall'Appaltante. I piani di fondazione dovranno essere di regola orizzontali. Resta però facoltà della Direzione Lavori, per quelle opere che ricadano su falde inclinate, di prescrivere una determinata pendenza verso monte oppure la formazione di opportuni gradoni.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpate.

Resta però inteso che in tal caso non sarà pagato il maggior scavo eseguito, pur restando a completa cura e spese dell'Appaltatore il riempimento con le modalità prima descritte anche dei maggiori vani rimasti attorno alle murature.

Nel caso si determinasse franamenti, anche per cause non imputabili all'Appaltatore, egli è tenuto agli sgomberi ed ai ripristini senza compenso di sorta.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore può recuperare i legnami costituenti le sbadacchiate; quelli però che a giudizio della Direzione Lavori non potranno essere tolti senza pericolo o danni del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi, né all'Appaltatore spetterà per questo alcun speciale compenso.

Nel caso di scavi e più in generale in soggezione di fabbricati o di opere esistenti, dovranno essere presi tutti quei provvedimenti atti a conservare il regolare esercizio delle opere stesse, anche se ciò dovesse comportare rallentamenti e difficoltà all'effettuazione degli scavi senza che ciò comporti maggiori compensi rispetto ai prezzi di Elenco.

Sempre in relazione agli scavi, si precisa che spetta all'Appaltatore, a sue spese, di accertare la posizione dei sottoservizi anche con scavi di assaggio, di assicurare la continuità del transito, quella del deflusso delle acque e l'incolumità di tutte le opere, canalizzazioni, cavi, condotte ecc. eventualmente esistenti nel sottosuolo che viene scavato, al qual fine l'Appaltatore deve prendere le debite intese con le amministrazioni interessate per l'ubicazione preliminare delle suddette opere del sottosuolo, e d'accordo con le stesse, eseguire puntellazioni, aggiustamenti ecc.

#### **ART. N. 5 SCAVI DI SBANCAMENTO E SPLATEAMENTO**

Per scavi di sbancamento s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, secondo determinate sagome, delle aree su cui dovranno sorgere costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di piazzali, per trincee stradali o per la loro modifica.

Gli scavi di splateamento sono quelli necessari per la realizzazione di platee o piattaforme, anche completamente incassate nel terreno.

Detti scavi verranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle particolarità di ogni singolo manufatto qualunque sia la natura e la qualità del terreno; dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla Direzione Lavori all'atto della loro esecuzione. Le quote che si trovano indicate nei disegni di progetto o di consegna, debbono ritenersi perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori si riserva perciò piena facoltà di variarle nella misura che reputerà necessaria o più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi oltre a quelli previsti nel presente Capitolato d'appalto.

Tutti gli scavi verranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise dimensioni fissate nei tipi o, all'atto pratico, dalla Direzione Lavori; i piani dovranno essere orizzontali, ripuliti e diligentemente spianati; le pareti di tutti gli scavi, quando occorra, dovranno essere convenientemente sbadacchiate, puntellate od armate.

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per aggotamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravvisassero più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione delle operazioni precedenti, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare che esse si sversino negli scavi: provvederà a tagliare ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo alla apertura dei canali fuggatori. Di ogni onere relativo e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi degli scavi.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la DD.LL. ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi,

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

sarà facoltà della stessa DD.LL. ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte.

Col materiale scavato, l'Impresa dovrà a proprie spese, a seconda delle direttive che saranno impartite dalla Direzione Lavori, riempire eventuali depressioni, sistemare il terreno attorniante nuove costruzioni, curando in dette manovre la separazione della terra vegetale, da utilizzare per le zone a verde, dal materiale magro ed idoneo ad altri usi, ed eventualmente caricarlo e trasportarlo a rifiuto su aree da procurarsi pure a sua cura e spese.

Sono pure a carico dell'Appaltatore l'abbattimento di piante, anche d'alto fusto, e cespugli di piante legnose presenti nella zona dei lavori.

#### **ART. N. 6 SCAVI PER APERTURE DI FOSSI E CANALI**

Tali scavi, qualunque sia la natura e la qualità del terreno dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione Lavori verrà ordinata, all'atto della loro esecuzione.

L'Impresa dovrà raggiungere le profondità indicate nei disegni di progetto, assegnando al fondo e alle scarpate la perfetta sagomatura con cigli bene tracciati, compiendo a sua cura e spese durante l'esecuzione dei lavori gli occorrenti tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e banchine e lo spurgo dei fossi.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni di progetto o di consegna, debbono ritenersi perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà necessaria o più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi oltre a quelli previsti nel presente Capitolato d'appalto.

Gli scavi per far luogo all'eventuale rivestimento dovranno essere mantenuti all'asciutto, sia durante le operazioni di scavo che durante il getto dei rivestimenti, e tenuti liberi da vegetazione di qualsiasi natura e dimensione, anche con l'uso di idonei diserbanti chimici. Di norma gli scavi per apertura ai canali saranno eseguiti da valle verso monte in modo da garantire possibilmente lo scolo naturale.

#### **ART. N. 7 SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA**

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticale o riproducti il perimetro dell'opera, necessari per dar luogo alle fondazioni dei muri, alle platee di fondazione, costruzione di pozzetti ecc.

Gli scavi verranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle particolari necessità di ogni singolo manufatto.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione Lavori, all'atto della loro esecuzione, verrà ordinata.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni di progetto o di consegna, debbono ritenersi perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà necessaria o più conveniente, senza che ciò possa dare allo appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi oltre a quelli previsti nel presente Capitolato d'appalto.

Tutti gli scavi verranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise dimensioni fissate nei tipi o, all'atto pratico, dalla Direzione Lavori; i piani di fondazione dovranno essere orizzontali, ripuliti e diligentemente spianati; le pareti di tutti gli scavi, quando occorra, dovranno essere convenientemente sbadacchiate, puntellate od armate.

Nei prezzi degli scavi sono comprese tutte le opere per aggotamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti. L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiali adatti, dei vani rimasti intorno alle murate di fondazione, ed ai successivi costipamenti sino al primitivo piano del terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravvisassero più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione delle operazioni precedenti, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi: provvederà a tagliare ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo alla apertura dei canali fugadori. Di ogni onere relativo e quindi del relativo compensato è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi degli scavi.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la DD.LL. ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa dell'elevato livello della falda freatica, con conseguenti franamenti e ribollimenti

negli scavi, sarà facoltà della stessa DD.LL. ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte.

## ART. N. 8 FONDAZIONE DELLE OPERE D'ARTE

### 8.1 Indagini sui terreni

Le scelte di progetto e le calcolazioni delle opere di fondazione, eseguiti a sensi del D.M. 21.01.1981 devono essere basate sulle caratteristiche geotecniche del sottosuolo. A tal fine deve essere svolto, a cura e spesa dell'Impresa, un programma di indagini, che consenta il rilevamento della stratigrafia del sottosuolo, delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni delle falde idriche e delle loro caratteristiche.

La determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni con prove di laboratorio verrà di regola eseguita su campioni indisturbati.

In fase costruttiva occorre controllare la rispondenza fra la caratterizzazione geotecnica di progetto e le effettive condizioni del sottosuolo, provvedendo se necessario al completamento e alla revisione del progetto.

I risultati delle indagini ed i calcoli geotecnici saranno oggetto di una relazione alla quale verrà allegata la documentazione sulle indagini eseguire ed una planimetria che riporti la loro ubicazione.

Deve essere eseguita la verifica di stabilità, sia nei confronti del raggiungimento dello stato limite di rottura del terreno che dall'insieme della zona prima e dopo la costruzione del manufatto in progetto.

Il coefficiente di sicurezza sarà di regola non inferiore a 2,5. Per ogni tipo di fondazione le indagini devono essere estese fino alla profondità alla quale è praticamente sensibile l'effetto del carico.

Il dimensionamento delle fondazioni di qualsiasi tipo deve essere eseguito in modo da trasmettere uniformemente al terreno i carichi statici.

L'impresa deve assumere in ogni caso la completa responsabilità della stabilità delle strutture di fondazione come per le opere in elevazione.

### 8.2 Fondazioni profonde

L'Impresa deve anzitutto eseguire la progettazione delle fondazioni con pali prefabbricati in relazione alle caratteristiche geotecniche del sottosuolo come sopra determinate.

La determinazione del carico limite e la previsione dei cedimenti del singolo palo devono essere eseguite con metodi analitici. Collegando la portata del palo prefabbricato alla resistenza alla infissione, la D.L. effettuerà la scelta preliminare delle caratteristiche dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinare la capacità portante.

I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante la infissione sarà demolito oppure asportato e sostituito da altro, a cura e spese dell'Impresa; questa non verrà compensata per il palo inutilizzato.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito dell'infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tal fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della D.L., né l'Impresa è autorizzata, in alcun modo, a recidere il palo senza averne avuta autorizzazione.

La constatazione, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati con numero relativo, in una scheda che verrà firmata dall'Impresa e dalla DD.LL.

Qualora, in sostituzione dei pali prefabbricati, la D.L. decida di eseguire dei diaframmi di fondazione con l'impiego di fanghi bentonitici, l'opera dovrà sottostare alle seguenti prescrizioni:

- l'impresa deve essere tuttavia in grado di eseguire, con la stessa attrezzatura, anche elementi di lunghezza variabile e fino ad un minimo di 1,20 m;
- i disegni esecutivi prescrivono la quota del piano superiore e finito dei diaframmi;
- in corso di esecuzione l'Appaltatore deve tuttavia effettuare senza alcun compenso il getto e la successiva demolizione del calcestruzzo per un'altezza non inferiore a 30 cm rispetto a detto piano superiore finito, fermo restando che questa maggiore altezza non viene considerata agli effetti della contabilizzazione;
- il piano inferiore di base della paratia è indicato nei disegni di progetto; la D.L. si riserva la facoltà, in sede esecutiva, di ordinare i maggiori approfondimenti oltre il piano di appoggio previsto in progetto che risultino giustificati dalla natura del terreno;
- le armature metalliche debbono essere eseguite, in conformità ai disegni di progetto, in pannelli composti con barre di tondo liscio o nervato, dirette o sagomate, collegate rigidamente a mezzo di robuste legature di ferro ricotto con

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- barre di irrigidimento, senza l'impiego di saldatura ; questi pannelli si armatura debbono essere posti in opera alle quote e nelle posizioni prescritte ;
- le barre di armatura, staffe comprese, dei pannelli si paratia debbono avere, a lavoro ultimato, una copertura di almeno 7 cm di calcestruzzo ;
  - i fanghi bentonici da impiegarsi nello scavo per l'esecuzione dei diaframmi dovranno essere costituiti da miscela di bentonite asciutta per 100 l di acqua, salvo la facoltà della D.L. di ordinare delle dosature diverse ;
  - il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore a 3% del peso della bentonite asciutta ;
  - la miscelazione darà eseguita in impianti automatici con mescolatore ad alta robustezza e dosatore a peso di componenti ;
  - circa le caratteristiche della miscela di precisa che questa dovrà avere una gelimetria, a temperatura zero, non superiore a 15 cm e non inferiore a 5 cm di affondamento ed un peso specifico misurato alla vasca di accumulo compreso fra 1,50 + 1,10 t/mc ;
  - gli scavi per la formazione dei diaframmi devono essere eseguiti con l'impiego di dispositivi meccanici opportuni che provvedono al taglio graduale del terreno ed alla raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso ; detti materiali debbono essere raccolti ed inviati con mezzi idonei onde evitare spargimenti di fanghi o detriti sulle aree stradali o comunque esterne al cantiere ;
  - le paratie continue in c.a. sono costituite da pannelli aventi una lunghezza massima fino a 5,40 m circa, e per una profondità di scavo fino ad un massimo di 40 m ;
  - l'Appaltatore non potrà accampare diritto alcuno qualora la quantità di calcestruzzo effettivamente necessaria per la formazione dei diaframmi fosse superiore a quella teorica ;
  - la formazione del cavo di getto dovrà essere eseguita in presenza di circolazione meccanica di emulsione bentonitica con dosaggio non inferiore a 80 + 120 kg.mc di acqua e impiego di vasche a rimescolazione meccanica di volume non inferiore a 4 volte il volume totale in circolazione ;
  - le pareti dello scavo dovranno essere protette ove necessario, contro gli smottamenti mediante avampezzi o incorniciature metalliche ;
  - il getto di calcestruzzo, eseguire le operazioni di asporto dei detriti di fondo dovrà essere effettuato a ciclo continuo per il riempimento senza soluzioni di continuità sello intero pannello in corso di getto ;
  - la colata del calcestruzzo sarà effettuata mediante tubi rigidi di sufficiente diametro con tramoggia di carico ;
  - non potranno essere richiesti compensi di alcuna natura per difficoltà inerenti allo scavo ed alla stabilità laterale delle pareti che dovrà essere assicurata con ogni opera ed intervento necessari ;
  - si ripete espressamente che il prezzo comprende ogni onere per apprestamenti, mano d'opera, materiali (energia, macchine, trasporti, sistemazione eventuali del terreno, ecc.), ripristino delle condizioni ambiente iniziale, bacini di circolazione bentonitica o sedimentazione fanghi e ogni altro, anche se non citato, per dare le opere perfettamente finite ed idonee alla funzione che dovranno svolgere.

## ART. N. 9 DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

### 9.1 Drenaggi o vespai tradizionali

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo per fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori.

La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare eterogenei e tersi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### 9.2 Drenaggi con filtro in geotessile

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali", punto y).

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

I vari elementi di “geotessile” dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore dei “geotessili”, a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul supporto) in ragione di almeno 2 Kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del “geotessile” stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di “geotessile” necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il “geotessile” alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il “geotessile” fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

## **ART. N. 10 SCAVI E REINTERRI PER COSTRUZIONE DI CONDOTTE**

### **10.1 Generalità**

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

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

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

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

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

Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che i Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore stabiliscono in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

### **10.2 Scavi**

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

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

Se risultasse necessario depositare i scavati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, ciò dovrà essere fatto in modo in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

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

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

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

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

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

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

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

Il materiale non idoneo al reinterro verrà portato a rifiuto.

Ogni e qualsiasi movimento di terra come sopra descritto deve intendersi compensato con l'articolo di Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore relativo agli scavi e reinterri.

Il materiale di risulta degli scavi delle trincee verrà portato a rifiuto e sostituito con materiale idoneo che verrà pagato con il relativo prezzo di elenco.

Raggiunto il piano di posa alla quota prevista dai profili esecutivi si provvederà a livellarlo accuratamente. Qualora a giudizio della DD.LL. il terreno d'appoggio del tubo non risulti idoneo o sia accidentato per trovanti od altro e comunque in tutti quei casi in cui non vi sia garanzia sufficiente che la condotta appoggi uniformemente sul terreno per tutta la sua lunghezza, dovrà essere predisposto uno strato di allettamento di adeguato spessore sul quale verrà appoggiata la condotta. Il suddetto letto potrà venire formato anche con parte del terreno di risulta dagli scavi ove questo risulti sufficientemente sciolto, nel qual caso sarà a carico dell'Impresa.

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

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

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

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

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

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

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

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

L'Impresa è tenuta, a sue spese, ad accertarsi preventivamente della stabilità e stato di conservazione delle opere di proprietà di terzi interessate dai lavori ad essa appaltati ed è responsabile di ogni infortunio o danno a terzi o a cose di terzi derivanti da fatti, negligenze o colpe dei suoi dipendenti, intendendosi perciò la Stazione Appaltante indenne e sollevata al riguardo da ogni responsabilità.

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

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 10.3 Reinterri

I reinterri dovranno essere eseguiti in modo che:

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

Non potranno in ogni caso essere impiegati:

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

Nell'eseguire i reinterri si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione, il rendimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza di 30 cm sopra la generatrice del tubo; esso dovrà essere realizzato con materiale privo di corpi estranei compresi ciottoli.

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

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il successivo riempimento tra il limite suddetto e le eventuali opere di costituzione della carreggiata stradale saranno costituite come di seguito:

Reinterri in campagna

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco i materiali provenienti da scavi in campagna dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura: cotiche erbose, terreno di coltivo, terreno profondo, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi.

Il ripristino nel tratti si scavo di campagna può essere effettuato con terreno proveniente dallo scavo qualora il medesimo risulti della categoria A1 secondo la classificazione delle terre CNR-UNI 10006, è comunque vincolante il parere della Direzione Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione.

In caso contrario il reinterro sarà effettuato con la sostituzione del materiale scavato con materiale idoneo in conformità ai disegni di progetto ed in ogni caso sottoposto all'approvazione della DD.LL

Reinterri su strada bianca

Oltre al letto di posa dovrà essere eseguito il rinalzo a mano e la copertura del tubo per almeno cm. 30 sulla generatrice superiore della tubazione, con sabbia o ghiaino lavato della pezzatura di 4-6 mm., secondo quanto prescritto nei disegni di progetto o dalle indicazioni della DD.LL

Il reinterro dovrà essere effettuato con misto granulometrico stabilizzato, tutto di nuova fornitura, sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione, e dovrà avvenire a strati umidi costipati dello spessore massimo di cm. 30 sino a raggiungere il costipamento con prova Proctor al 95%.

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostituito interamente con tout-venant alluvionale, tutto di nuova fornitura come previsto dai disegni di progetto.

Reinterri su strada asfaltata

Oltre al letto di posa dovrà essere eseguito il rinalzo a mano e la copertura del tubo per almeno cm. 30 sulla generatrice superiore della tubazione, con sabbia o ghiaino lavato della pezzatura di 4-6 mm., secondo quanto prescritto nei disegni di progetto o dalle indicazioni della DD.LL

Il reinterro dovrà essere effettuato con misto granulometrico stabilizzato, di nuova fornitura, sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione, e dovrà avvenire a strati umidi costipati dello spessore massimo di cm. 30 sino a raggiungere il costipamento con prova Proctor al 95%.

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostituito interamente con tout-venant alluvionale, di nuova fornitura.

Il successivo ripristino del manto stradale sarà eseguito in ottemperanza a quanto stabilito dall'apposito articolo del presente Capitolato e dai disegni di progetto

Reinterri su strada provinciale o statale (ANAS)

Oltre a quanto previsto per il reinterro su strada asfaltata, il ripristino sarà effettuato con misto granulometrico stabilizzato a calce in ragione di 80/90 Kg/mc costipato con le modalità descritte in precedenza con totale asporto del materiale scavato.

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostruito interamente con tout-venant alluvionale, di nuova fornitura.

Il successivo ripristino del manto stradale sarà eseguito in ottemperanza a quanto stabilito dall'apposito articolo del presente Capitolato o dalle prescrizioni dell'Ente gestore.

Costipazioni

Oltre a quanto previsto nei paragrafi precedenti durante la costipazione, che avverrà per strati successivi dell'altezza non superiore a cm. 30, il materiale dovrà essere asperso con acqua e convenientemente compattato con mezzi meccanici.

Tali operazioni verranno eseguite di conserva con le operazioni di estrazione delle opere provvisionali.

Ripresa delle pavimentazioni stradali

Alla ripresa delle pavimentazioni stradali si dovrà dar corso, una volta acquisita un assoluta certezza, dell'avvenuto definitivo assestamento del terreno.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei proprietarie delle strade, è facoltà della DD.LL. prescrivere, senza che l'appaltatore possa opporvisi o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifaci-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

menti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri. In questo caso il riempimento dello scavo dovrà essere arrestato alla giusta quota.

La DD.LL. potrà anche prescrivere che i ripristini avvengano in due o più riprese, differenziando la stesa degli strati superficiali in modo che possano essere ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei reinterri e degli strati sottostanti della massiciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista o originaria.

*Interferenze con servizi pubblici sotterranei*

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

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

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

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

Restano comunque a carico dell'Appaltatore tutti i danni che fossero arrecati sia in via diretta che indiretta alle suddette opere.

L'Appaltatore dovrà inoltre porre tutta l'attenzione per ridurre al minimo gli inconvenienti e se si dovessero verificare, dovranno essere tempestivamente rimediati, sempre a tutta sua cura e spese.

## **ART. N. 11 FRESATURA PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE**

L'Impresa è tenuta a rilevare l'esatta livelletta dello stato di fatto prima di procedere alla fresatura, per ognuna delle fasi di lavoro previste in progetto.

La demolizione della parte della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo e di nastro autocaricante funzionanti a freddo.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

La superficie finale dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla Direzione Lavori. Qualora questi dovessero risultare diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica: il rilievo dei nuovi spessori dovrà comunque avvenire in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e le fresature per raccordi sia longitudinali che trasversali, dovranno seguire scrupolosamente le livellette di progetto.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti o simili, in grado di dare un piano perfettamente pulito e completamente privo di materiali non ancorati alla preesistente pavimentazione.

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

Sia il piano fresato sia le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite e asciutte e uniformemente rivestite, dove previsto, dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale fresato rimane tutto di proprietà dell'Impresa e dovrà essere caricato mediante nastro trasportatore su autocarri e quindi allontanato dalla sede stradale e trasportato, a cura ed onere dell'Impresa stessa, in idonee discariche.

Non è ammesso né tollerato lo scarico, anche di piccole quantità, nelle scarpate, aree golenali o in altre pertinenze dell'Amministrazione, pena l'immediata rimozione a cura e spese dell'Impresa.

## ART. N. 12 OPERE PROVVISORIALI

Di regola, tutte le fosse con pareti verticali devono essere armate. A giudizio della Direzione dei Lavori potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse poco profonde, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.

Per la miglior difesa delle massicciate stradali adiacenti, l'armatura delle pareti delle fosse dovrà sporgere alcuni centimetri sopra la superficie stradale. Inoltre gli spazi cavi tra l'armatura e le pareti dello scavo dovranno essere riempiti con materiali granulari fini (sabbia-ghiaietto), per assicurare un appoggio ineccepibile.

Qualora la natura e la consistenza del terreno non dessero sufficiente garanzia di stabilità con i normali mezzi di puntellamento o sbadacchiatura, avuto riguardo alle profondità da raggiungere con gli scavi, la Direzione Lavori potrà ordinare l'impiego di idonee opere provvisoriale.

Il Capitolato prevede l'impiego di tre tipi di opere provvisoriale:

- Opere provvisoriale impiegate allo scopo principale di garantire l'incolumità degli operai, consistenti in un'attrezzatura formata da due pareti, in generale costituite da pannelli metallici, rigidamente unite da traversi che viene calata nello scavo una volta raggiunto il piano di posa o di bonifica della condotta e trascinata in avanti man mano che lo scavo stesso procede: il loro impiego è ovviamente possibile nei casi in cui si possa raggiungere la quota prestabilita senza necessità di sostenere le pareti di scavo.
- Opere provvisoriale da impiegarsi qualora il piano di posa della condotta, ovvero la quota di bonifica, non sia raggiungibile senza sostenere le pareti dello scavo cosicché si renda necessario l'impiego di blindaggio costituito da due file di pannelli contrapposti opportunamente guidati che affondano nel terreno di mano in mano che procede lo scavo stesso fino al raggiungimento della quota prestabilita: le guide o binari in cui sono innestati i pannelli sono preventivamente infissi ad intervalli regolari nel terreno e vincolati a puntelli distanziatori.
- Opere provvisoriale da impiegarsi non solo nel caso in cui il piano di posa della condotta ovvero la quota di bonifica non sia raggiungibile senza sostenere le pareti dello scavo ma altresì quando la particolare natura del sedime e/o l'altezza della falda freatica determini rifluimento di materiale all'interno dello scavo per cui si rende necessario disporre una barriera affondata nel terreno oltre la quota di scavo o di bonifica.  
In questo caso verranno impiegate palancole Larssen o similari infisse ed innestate l'una nell'altra la cui profondità verrà decisa di volta in volta dal Direttore dei Lavori

I tre casi indicati rappresentano tre casi tipici che possono presentarsi in corso d'opera senza peraltro escludere altri casi particolari per i quali, comunque, verrà indicato insidacabilmente dal Direttore dei Lavori se e quale tipo di opera provvisoriale impiegare fra quelli descritti.

L'impiego di dette opere verrà compensato col rispettivo prezzo previsto da P.S.C. e non soggetto a ribasso d'asta.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'Appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisoriale che risultassero deboli.

L'Appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tramvie, le barriere dovranno essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a metri 0,80 dalle relative sedi.

In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli ed agli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e - quando siano destinati al solo passaggio di pedoni - di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità.

La costruzione, il noleggio e il disfaccimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'Elenco.

## ART. N. 13 RILEVATI STRADALI

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

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

2) Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A1, A2, A3 della classifica C.N.R. - U.N.I. 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a cm 30 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, se reperibili negli scavi ; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiali di altri gruppi A1, A2-4, A2-5, da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 provenienti dagli scavi la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinare l'eventuale correzione.

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

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

5) Le materie di scave, provenienti da tagli stradali o di qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilievi o riempimento degli scavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

6) Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico.

L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali. Qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamento o trasporti a suo carico, di ricorrere in tutto o in parte, a cave di prestito.

7) Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorresse ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati l'Impresa potrà ricorrere al prelievo di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della DD.LL.

8) I materiali dei rilevati provenienti da cave di prestito dovranno essere del tipo A1, A2, A3 con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a cm 30 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5. A suo esclusivo giudizio la Direzione dei Lavori potrà consentire l'impiego di altri materiali, anche se non classificabili (come vulcanici, artificiali, rostici da miniera e simili).

9) E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della DD.LL. per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della DD.LL. non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo allo esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in proseguo non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

10) per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danno alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e successive modifiche e dell'art. 189 T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvata con R.D. 13 febbraio 1993, n. 215.

11) Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore a 90% negli strati inferiori ed al 95% in quella superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di deformazione Me, definito dalle Norme Svizzere 8SNV 70317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1.5 e 2.5 Kg/cmq, non dovrà essere inferiore a 500 Kg/cmq.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva approvazione della DD.LL.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

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

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

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

Pur lasciando libera scelta all'assuntore del mezzo di costipamento a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale, e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4, A5, A6, A7 un costipamento mediante rulli e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in corrispondenza di opere murarie quali muri di sostegno, tombin, muri di ponticelli, fognature, ecc., che di norma saranno costituiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato stesso in vicinanza delle predette opere dovranno essere del tipo A1, A2, A3 e costipati con energia dinamica di impatto.

Tale scelta del mezzo produttore tale energia è lasciata allo assuntore.

Esso dovrà essere comunque tale da conseguire la densità prescritta più sopra per tutte le varie parti del rilevato.

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

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

14) Le scarpate dei rilevati saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore minimo di cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, e il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali da ancorarsi alle scarpate stesse onde evitare possibili superfici di scorrimento e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate precedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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

16) Qualora si dovessero costituire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere, e solo in quanto ordinato dalla DD.LL., dei tipi A6, A7.

Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### **ART. N. 14 RILEVATI ARGINALI**

Nella realizzazione delle sagome si avrà cura di dare ai rilevati costituenti corpi arginali di canali e vasche, tenuto conto degli spessori dei rivestimenti ed eventuali sottofondi, dimensioni lievemente maggiori per permettere la loro rifilatura alla sagoma voluta senza fare ricorso a riporti superficiali di piccoli spessori.

In presenza di terreni torbosi si procederà alla sostituzione del terreno in sito con altro idoneo e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

Per i rilevati verranno di norma impiegati soltanto terreni appartenenti ai gruppi A1, A2-5 ed A3 della classificazione AASHO. Le terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, A4, A5 e A6 potranno essere tollerate nella costruzione dei rilevati stradali ma non in quelli delle vasche.

Absolutamente sono vietati, anche per i rilevati stradali, i terreni del gruppo A7.

Il costipamento, da effettuarsi con mezzi meccanici idonei approvati dalla DD.LL, avverrà con il numero di passaggi necessari per raggiungere una densità, riferita alla massima riscontrata con la prova AASHO mod., non minore del 95%.

#### **ART. N. 15 RILEVATI ADDOSSATI ALLE MURATURE**

Per i rilevati e i reinterri da addossare alle murature dei manufatti e di qualsiasi altra opera si dovranno sempre impiegare terreni sciolti sabbiosi o ghiaiosi di opportuna granulometria ed approvati dalla DD.LL, restando in modo assoluto vietato l'impiego di quelli argillosi ed in generale di tutti quelli che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione di detti rilevati dovrà essere posta ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le terre con la maggiore regolarità e precauzione in modo da caricare uniformemente le murature e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare dal carico mal distribuito.

#### **ART. N. 16 ABBASSAMENTO DELLA FALDA FREATICA**

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Qualora i normali mezzi di aggotamento, a causa della falda freatica elevata e della particolare natura del terreno, risultino insufficienti per il mantenimento all'asciutto degli scavi, la DD.LL autorizzerà l'impiego di attrezzature per il raggiungimento dello scopo.

Il sistema che sarà generalmente usato sarà quello tipo Well-Point consistente nell'infusione di aghi finestrati collegati a mezzo di un collettore ad un impianto aspirante; in casi particolari si potrà ricorrere alla realizzazione di pozzi drenanti che, forniti di idonee pompe aspiranti, provvederanno ad abbassare la quota della falda circostante; si dovrà quindi procedere al calcolo sia del raggio di influenza dei pozzi che delle caratteristiche delle pompe al fine di ottenere un risultato omogeneo nell'area interessata. Detti progetti, calcolati da tecnico esperto designato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere approvati preventivamente dalla DD.LL

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa appaltatrice avrà cura di arrecare il minore danno possibile ai piani viabili stradali esistenti e dovrà provvedere comunque alla loro riparazione ed al ripristino della strada danneggiata a propria cura e spese.

Le acque provenienti e conseguenti ai lavori saranno scaricate nel collettore più vicino avendo particolare cura di eliminare prima ogni materiale in sospensione che decantando provochi l'intasamento, anche parziale, dello stesso; in ogni caso tali acque non dovranno mai interessare, anche indirettamente, terreni o beni di proprietà privata senza la preventiva autorizzazione e, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

#### **ART. N. 17 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE CON FUNZIONAMENTO A PELO LIBERO**

La posa in opera delle condotte verrà eseguita di conserva con le operazioni di scavo, di livellamento del fondo del cavo, della posa eventuale attorno alla tubazione secondo i disegni di progetto di tessuto non tessuto, della eventuale posa della sabbia e di conserva pure con le operazioni di rinfianco e rinterro delle tubazioni stesse.

I tubi prima di essere calati nello scavo, saranno puliti nello interno e saranno accuratamente esaminati per accertare che non vi siano rotture o incrinature; durante la posa e le successive operazioni si avrà cura di evitare che terra od altro entri nell'interno dei tubi; sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua o di fango e nel lume del tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sassi, sabbia, terra od impurità di sorta.

I tubi dovranno appoggiare per tutta la loro lunghezza sul fondo dei cavi e non soltanto in punti isolati, pertanto si curerà che il piano di appoggio sia perfettamente livellato.

I tubi saranno montati in opera da personale specializzato, previa preparazione del piano di posa, conformemente alle quote e con le pendenze prescritte nei profili di posa esecutivi.

Una volta eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Si porrà grande cura nel controllare che tutte le tratte intercorrenti fra le camerette siano perfettamente rettilinee e di pendenza uniforme; quindi resta stabilito che tutti i cambiamenti, sia di direzione che di pendenza, dovranno essere eseguiti con una cameretta di ispezione o di vertice.

Al fine di conseguire un regolare andamento altimetrico di ogni livelletta, si dovrà costantemente controllare la pendenza di ogni tubo con l'utilizzo di un livello automatico o di apposita apparecchiatura laser. Ogni tubo verrà poi rinfiancato e ricoperto a mano accuratamente fino all'altezza e con i materiali previsti dai disegni di progetto e dall'apposito articolo del presente Capitolato, avendo cura di produrre un uniforme ed efficace costipamento senza alterare tuttavia la posizione del tubo. Il rimanente rinterro potrà venire eseguito anche con mezzi meccanici a seconda delle possibilità particolari di ogni singolo tratto.

Alla quota e nella posizione stabilita nei disegni di progetto, dovrà essere posto in opera il nastro segnalatore in polietilene di colore fissato e con la dicitura relativa al tipo di conduttura come e se prescritto dalla voce relativa ai Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore.

Il vano necessario per ricostituire il corpo stradale, cassonetto, verrà realizzato dall'Impresa nei modi e nei mezzi più utili per l'economia del lavoro ed in ogni caso sarà delle dimensioni fissate dalla DD.LL, regolare e uniforme, e il suo onere è sempre compensato nelle voci principali del materiale riportato.

La costruzione ed il collaudo delle condotte dovrà rispondere alle norme fissate dalla Legge n. 64 del 2/2/74 e richiamate nel Decreto emesso dal Ministero dei Lavori Pubblici di concerto con il Ministro dell'Interno del 12/12/1985, quando non siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Capitolato Speciale d'appalto.

#### **ART. N. 18 PROVE DI TENUTA DEI CONDOTTI FUNZIONANTI A PELO LIBERO**

Le prove di tenuta richieste per l'accettazione del lavoro verranno eseguite in due modi:

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

Prove interessanti l'intera estesa delle condotte oggetto dell'appalto:

sarà attuata riempiendo tratte successive comprese fra due o più pozzetti, a scelta insindacabile della Direzione dei Lavori, in modo che il livello dell'acqua nel pozzetto la cui soletta di copertura è posta alla quota inferiore raggiunga la quota della soletta stessa.

Qualora la condotta sia stata posata sotto la quota statica della falda freatica, ed esclusivamente su scelta e a discrezione del Direttore dei Lavori, la prova di cui sopra potrà essere sostituita dalla prova di infiltrazione; la prova verrà effettuata misurando l'acqua di infiltrazione ritenendo valida la prova se l'infiltrazione si manterrà nei limiti fissati per la prova di assorbimento.

Prove limitate a tratte campione comprese fra due pozzetti d'ispezione scelte dal Direttore dei Lavori:

sarà attuata riempiendo lentamente, per assicurare la completa evacuazione di aria, una tratta compresa fra due pozzetti ed applicando una pressione idrostatica interna di 0,5 kg/cmq.

Tale pressione deve essere mantenuta per 30 minuti mediante rabboccamento e dopo tale periodo si procederà alla misura dell'acqua assorbita.

I tratti interessati da questa seconda modalità di collaudo dovranno corrispondere almeno al 20% dell'intera estesa delle condotte oggetto dell'appalto con l'intesa che il Direttore dei Lavori potrà in ogni momento e a propria discrezione estendere la prova fino al 100% delle tubazioni.

Per entrambe le modalità di collaudo, in base al tipo di materiale e nel tempo fissato di 12 ore, sarà tollerata la perdita per metro quadrato di superficie interna bagnata espressa in l/mq riportata nella Tabella seguente.

MATERIALE DELLA CONDOTTA	ASSORBIMENTO MASSIMO l/mq di superficie bagnata	
	PROVA 1)	PROVA 2)
Fibrocemento	0.15	0.10
Calcestruzzo	0.20	0.15
Ghisa	0.08	0.02
P.V.C.-Polietilene - Vetroresina	0.08	0.02
Grès	0.20	0.15

Nel caso di esito negativo della prova l'Impresa dovrà ricercarne le cause e fare le riparazioni necessarie a propria cura e spese, ed una volta che ritenga che la condotta sia efficiente ne darà comunicazione alla Direzione Lavori che predisporrà affinché sia ripetuto il collaudo.

Le spese per tutte le prove sono totalmente a carico dell'Impresa, anche in caso di prove ripetute.

Se la DD.LL riterrà che particolari incertezze esistano nella prova delle tubazioni, potrà ordinare un'ispezione televisiva delle stesse, che dovrà essere eseguita da operatori qualificati con le modalità descritte nell'apposito articolo e registrata su videotape da consegnare alla Direzione Lavori.

Nel caso del grès, del PRFV, del P.V.C. e fibrocemento, la prova delle tubazioni sarà ritenuta valida solamente se corredata da ispezione televisiva effettuata sull'intera lunghezza delle condotte con il metodo previsto nell'apposito articolo di Capitolato.

## ART. N. 19 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE CON FUNZIONAMENTO IN PRESSIONE

Per quanto riguarda le caratteristiche generali delle tubazioni di richiamo quanto previsto nelle "Norme tecniche relative alle tubazioni D.M. 12/12/1985".

La posa in opera e la giunzione delle condotte in ghisa sferoidale dovrà essere effettuata da personale specializzato, di adeguata capacità, sotto la guida di assistenti idonei ed esperti.

La formazione dei giunti delle tubazioni e pezzi speciali dovrà essere eseguita da operai assistiti da capi-operai specializzati della Ditta costruttrice delle tubazioni, Ditta alla quale l'Appaltatore dovrà richiederli nel numero che sarà dalla Direzione Lavori ritenuto adeguato per assicurare l'ultimazione dei lavori entro il termine contrattuale.

L'Appaltatore è tenuto a mostrare alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera, l'elenco dei capi operai forniti dalla Ditta costruttrice delle tubazioni.

Alla Direzione dei Lavori è riservata la piena facoltà di accertare - ogni volta che lo riterrà necessario e nei modi che riterrà migliori - l'esatto adempimento di questo obbligo da parte dell'Appaltatore.

Le norme di cui sopra non modificano in alcun modo la responsabilità dell'Appaltatore come dal presente Capitolato circa la buona riuscita del lavoro di costruzione della condotta e gli oneri relativi.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Gli oneri particolari relativi a tali prestazioni sono compresi nei singoli prezzi unitari per la posa in opera, giunzione e prova delle condotte costruite con tubi in ghisa sferoidale.

La forazione dei giunti di ripristini di eventuali condotte esistenti manomesse sarà effettuato a cura dell'Appaltatore secondo le modalità che verranno caso per caso precisate dalla Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori potrà - a suo insindacabile giudizio - far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale lavoro, nonostante la osservanza di quanto stabilito in precedenza, non dia all'atto pratico le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i pezzi speciali o gli apparecchi deve essere riconosciuta ed approvata dal Direttore dei Lavori. Conseguentemente resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa deve essere formata col minimo numero di giunzioni. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubi ove non sia strettamente riconosciuto necessario dal Direttore dei Lavori.

Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, rifare il lavoro correttamente, rimanendo a suo carico tutte le maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Appaltante.

#### Pulizia dei tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, pezzo speciale ed apparecchio, deve essere, a piè d'opera, accuratamente pulito da qualunque elemento estraneo.

Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante l'interruzione del lavoro, con tappi di legno.

#### Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura a mano, con funi o con apposite guide, oppure con gru mediante imbragatura di sufficiente larghezza, nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando nel modo più assoluto, urti e cadute ecc.

I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

#### Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta di norma secondo le disposizioni che tratto per tratto impartirà la Direzione dei Lavori. Per le tubazioni in ghisa si predisporrà sul fondo scavo un letto di posa formato con sabbia. Il letto avrà uno spessore minimo di cm 20 sotto la tubazione, sarà esteso per tutta la lunghezza dello scavo.

Il riempimento, sempre in sabbia, sarà esteso ai fianchi ed ai 10 cm al di sopra dell'estradosso della condotta.

La fornitura e la formazione del letto di posa, e del ricoprimento, è compensata nel prezzo delle condotte.

E' vietato l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi per stabilire l'allineamento.

#### Scavo delle nicchie

Nelle pareti e sul fondo dei cavi, in corrispondenza dei giunti verranno scavate apposite incavature e nicchie per far luogo sia alla formazione delle giunzioni dei tubi, sia alla loro completa ispezione in sede di prova. La dimensione della nicchia deve essere tale, a giudizio del DD.LL. da consentire liberamente il lavoro al quale esse sono destinate. L'onere per lo scavo delle nicchie è compreso nel prezzo degli scavi e quindi nessun ulteriore compenso spetta a tale titolo all'Appaltatore oltre a quelli stabiliti in tariffa per lo scavo.

#### Profondità delle condotte

La profondità non sarà di norma minore di metri 0,60 sull'estradosso della tubazione, compreso l'eventuale spessore della pavimentazione stradale. Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dal Direttore dei lavori. Qualora il profilo del terreno non consentisse di mantenere regolarmente tale profondità minima, la prescritta copertura dovrà essere raggiunta con la costruzione di adeguato rilevato, curato in modo che esso non abbia da provocare ristagni d'acqua; in caso di impossibilità di costruzione del rilevato la condotta dovrà essere o metallica, o protetta con cunicolo, in conformità alle prescrizioni della Direzione Lavori.

#### Precauzione da tenersi durante i lavori

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posato e ai tratti di condotta eventualmente già esistenti scoperti durante gli scavi, curando in

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

ogni caso che le nuove condotte siano posate a quota opportuna rispetto a quelle esistenti secondo le disposizioni che di volta in volta impartirà la DD.LL.

In casi particolari, e solo dietro approvazione della DD.LL., sarà consentita la rimozione di quei tratti di condotta e di apparecchiature preesistenti che intralciassero notevolmente la posa ed i lavori della nuova condotta, fermo restando da parte dell'Appaltatore l'obbligo di reintegrare quanto manomesso con tutti i lavori necessari a dare finita e funzionante l'opera riutilizzando lo stesso materiale rimosso nel caso che questo, in tutto od in parte, sia riconosciuto idoneo al reimpiego della DD.LL.

Anche nel caso che la Direzione dei lavori non ritenesse utile o idonei il reimpiego delle opere di cui sopra o nel caso che la stessa Direzione lavori riconoscesse più conveniente la loro demolizione, L'Appaltatore è obbligato, salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori, alla perfetta reintegrazione delle opere esistenti con materiale fornito dal magazzino della Stazione Appaltante.

Responsabile della perfetta funzionalità di questi lavori di ripristino e degli eventuali danni causati rimane in ogni caso ed esclusivamente l'Appaltatore.

Si impedirà inoltre con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza, nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi ecc. che possono danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane, e si eviterà parimenti, con rinterrati parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse gli estremi, possono essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele, è a carico dell'Appaltatore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con tappo di legno. E' vietato praticare tali chiusure in modo diverso.

#### Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da esaminare e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissate nei profili di posa, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a canocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri.

Con riferimento a detti picchetti verrà rintoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa, predisponendo, secondo le norme del presente Capitolato il letto di posa; verranno quindi disposte delle travi di legno in posizione tale che una delle facce sia a piombo con il centro del picchetto corrispondente.

Queste travi verranno situate ad una altezza costante sul piano di posa, questa altezza corrisponderà al diametro massimo esterno del tubo, maggiorato di una misura costante.

Su ciascuna trave si tratterà con precisione l'allineamento tra vertice e vertice; quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni ed alla perfetta sistemazione del fondo della fossa, come verrà prescritto dalla DD.LL.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità della struttura e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni, facendo riferimento ad una cordicella tesa fra le travi precedentemente descritte.

Prima di essere calati nei cavi i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno delle materie che eventualmente vi fossero depositate e disinfettati isolatamente con lavaggio di acqua di calce: quindi saranno ispezionati e battuti per accertare che non vi siano rotture, né screpolature, né indebolimenti di alcun genere.

Effettuata la definitiva rettifica dei tubi si procede senz'altro ad eseguire le giunzioni nei modi appresso descritti.

Salvo quanto riguarda in particolare le formazioni delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie approvati dalla DD.LL. con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui sono stati previsti sfiati e scarichi.

Nel caso che, nonostante tutto questo, si verificassero, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della DD.LL. saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Gli assi del tubo consecutivi debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di tre gradi, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare per tutta la loro lunghezza.

Posa in opera dei pezzi speciali, apparecchi ed accessori in ghisa

L'impiego dei pezzi speciali e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla DD.LL.

Le estremità dei pezzi speciali da collegare alla condotta di ghisa sferoidale, dovranno essere flangiati ove richiesto, onde consentire l'esatto montaggio e smontaggio delle apparecchiature si prevede l'uso di un giunto tipo Gibault.

Nella messa in opera dei pezzi speciali deve essere inoltre assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori di messa in opera, danni alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a T per scarichi saranno situati in opera disponendo orizzontalmente la rispettiva tangenziale; a questa diramazione andrà unita la saracinesca di chiusura dello scarico. Se l'applicazione dei relativi apparecchi non è fatta contemporaneamente all'applicazione dei manicotti, si dovrà chiudere provvisoriamente con flange cieche di ghisa il foro della diramazione a T;
- i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto l'asse della condotta, con l'attacco orizzontale o verticale, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori;
- riduzioni: per passare da un diametro ad un altro di impiegheranno riduzioni tronco coniche di raccordo;
- saracinesche di arresto e di scarico: le saracinesche di arresto e di scarico saranno collocate nei punti indicati nel profilo di posa allegato. le saracinesche saranno posate verticalmente entro pozzetti o sottosuolo, salvo le diverse indicazioni di progetto o della Direzione Lavori.

In genere le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro di quello delle tubazioni sulle quali debbono essere inserite, come indicato nell'allegato sezioni e manufatti tipo.

La posa in opera delle tubazioni verrà eseguita di conserva con le opere di scavo, di livellamento del fondo del cavo, della stabilizzazione eventuale con impiego di tessuto non tessuto, della eventuale posa della sabbia e di conserva pure con le operazioni di rinfiacco e reinterro delle tubazioni stesse.

I tubi, prima di essere calati nello scavo, saranno accuratamente puliti nell'interno e saranno battuti a piccoli colpi di martello o morsetto di legno per accertare che non vi siano rotture o incrinature; durante la posa e le successive operazioni si avrà cura di evitare che terra od altro entri nell'interno dei tubi; sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua o di fango e nel lume del tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sassi, sabbia, terra od impurità di sorta.

I tubi dovranno appoggiare per tutta la loro lunghezza sul fondo dei cavi e non soltanto in punti isolati, pertanto si dovrà provvedere ad asportare terra o sabbia in corrispondenza di ogni giunto in modo da fornire una piccola depressione del piano di posa capace di contenere il rilievo del giunto stesso.

Al fine di conseguire un regolare andamento altimetrico di ogni livelletta si dovrà costantemente controllare la pendenza di ogni tubo con l'ausilio di una livella.

Il vano necessario per ricostituire il corpo stradale, cassonetto, verrà realizzato dall'Impresa nei modi e nei mezzi più utili per l'economia del lavoro, ed in ogni caso sarà delle dimensioni fissate dalla DD.LL, regolare e uniforme, e il suo onere è sempre compensato nelle voci principali del materiale riportato.

In definitiva ogni tratto di condotta, tra curva e curva, dovrà essere disposto in modo che l'asse della tubazione risulti perfettamente rettilineo e di uniforme pendenza, corrispondendo esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico approvato dalla Direzione Lavori. Inoltre i giunti dovranno risultare a vista in asse con la tubazione entro i limiti che saranno precisati dalla Direzione Lavori; piccoli cambiamenti di direzione e le curve a grande raggio potranno ottenersi anche mediante semplici deviazioni dei tubi o di spezzoni di tubo in corrispondenza ai giunti.

In corrispondenza di tutti i pezzi speciali soggetti a spinte dinamiche dovute a mutamenti di direzione del flusso delle condotte, dovranno essere costruiti appositi ancoraggi in calcestruzzo o conglomerato cementizio armato a seconda delle risultanze dei calcoli che dovranno essere eseguiti da un ingegnere iscritto all'Albo, e che dovranno essere sottoposti in veste esecutiva alla approvazione della Direzione dei Lavori, come qualsiasi altra opera in calcestruzzo.

Gli oneri per il dimensionamento e calcolo delle strutture in calcestruzzo sia semplice che armato sono a completo carico dell'Impresa che resterà l'unica e completa responsabile delle opere, pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Alla quota e nella posizione stabilita nei disegni di progetto dovrà essere posto un nastro segnalatore in p.l.t. di colore fissato e con la dicitura relativa al tipo di condotta come e se prescritto dalla voce dei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Tutte le condutture non interrato dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o in ghisa malleabile dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con il fissaggio a vite in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze adeguate. Dovranno inoltre essere resi in opera zincati e la bulloneria deve essere in acciaio inossidabile.

#### **ART. N. 20 PROVE DI TUBAZIONI A PRESSIONE IN OPERA**

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata il più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio.

Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione.

Tutti i danni per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

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

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese - in quanto l'onere per effettuare le prove con esito positivo è compreso nel prezzo unitario di elenco offerto dall'Appaltatore per la posa delle tubazioni - a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il controllo da parte dell'Appaltante. Dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, raccordi, guarnizioni.

Dovranno inoltre essere installati idonei manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da laboratorio ufficiale.

Per quanto riguarda la pompa da usarsi, essa dovrà essere dotata di serbatoio munito di un sistema che consenta la lettura d'acqua in esso contenuta.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature, ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta ed i relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti delle tubazioni ed di altri manufatti.

Per le prove in opera a pressione si farà riferimento alle "Norme tecniche relative alle tubazioni D.M. 12/12/1985".

Con riferimento a tali norme, si segnala che la prova idraulica avrà durata non inferiore a 24 ore. La pressione di collaudo delle condotte viene stabilita in  $15 \text{ kg/cm}^2$ .

La prova sarà ritenuta negativa se si abbia gocciolamento d'acqua dai giunti o se comunque non si riesca a mantenere costante la pressione altro che con frequente pompaggio.

La prova sarà ritenuta di esito positivo soltanto allorché non si sia verificata alcuna perdita ai giunti ed alla tubazione.

Reinterrato il cavo completamente sarà effettuata una seconda prova per la durata di 6 ore; qualora la prova di pressione risultasse negativa l'Impresa dovrà ricercare il guasto e porvi rimedio a sue spese. Successivamente, si ripeteranno le prove a partire dalla prova idraulica di cui sopra.

##### Tubazioni in fibrocemento

Per le modalità di esecuzione delle prove si fa riferimento alle norme UNI M 4 1976 secondo la prova A per una durata di tre ore.

##### Tubazioni di acciaio, ghisa, P.V.C. o polietilene .

Le tubazioni di acciaio in genere, ghisa, P.V.C. o polietilene saranno provate in opera portando la pressione interna fino alla massima pressione di collaudo nominale o di progetto.

La prova sarà ritenuta valida se nel periodo di tre ore la detta pressione non sarà scesa di più dell'1% (uno per cento).

Nel caso di esito negativo della prova l'Impresa dovrà ricercarne le cause e fare le riparazioni necessarie a propria cura e spese, ed una volta che l'Impresa ritenga che la condotta sia efficiente ne darà comunicazione alla Direzione Lavori che predisporrà affinché sia ripetuta la prova.

Le spese per tutte le prove sono totalmente a carico dell'Impresa, anche in caso di prove ripetute.

#### **ART. N. 21 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO**

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

I tubi in acciaio verranno usati nei casi previsti e in conformità delle indicazioni riportate sui disegni allegati al progetto.

I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati internamente a caldo e all'esterno saranno rivestiti con rivestimento normale tipo Dalmine o, se fissato in progetto, con polveri poliammidiche all'interno e a base epossidica all'esterno.

Nel caso di costruzioni particolari con uso di tubazioni in acciaio nudo le superfici metalliche destinate all'interramento dovranno essere protette da idonei rivestimenti anticorrosivi.

Il rivestimento protettivo di tipo bituminoso dovrà essere applicato alle superfici metalliche con le seguenti modalità:

- accurata pulizia della superficie con spazzola metallica fino al completo asporto di qualsiasi traccia di materiali estranei (prodotti dell'ossidazione del ferro, sostanze grasse, oleose, ecc.);
- imprimitura con una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume fuso) di spessore non inferiore a 2 mm, continuo per tutta l'estensione della superficie da rivestire e comprendente anche una parte (non inferiore a 20 cm) del rivestimento esistente onde favorire il perfetto aggrappaggio e la continuità del nuovo rivestimento;
- fasciatura elicoidale di tessuto in fibra di vetro (VETROFLEX) impregnato di bitume fuso a caldo, con sovrapposizione minima tra uno strato ed il successivo del 25%, in più strati, fino a raggiungere uno spessore totale del rivestimento bituminoso protettivo di almeno 8 mm.

Eseguite le prove di tenuta si provvederà al ripristino del rivestimento dei tubi in corrispondenza ai giunti, nonché di qualunque altra porzione che fosse rimasta scoperta, riparando altresì con la più scrupolosa diligenza qualunque guasto dell'involucro di rivestimento.

La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm.

Il collegamento del tubo a bicchiere cilindrico o sferico dovrà essere eseguito innestando ad incastro l'estremo maschio di un tubo nel bicchiere dell'altro fino a completo rifiuto.

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità e senza altri difetti.

I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata (ne occorrono almeno due) prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita e liberata di scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

Per le norme di calcolo, l'esecuzione e le prove della saldatura si fa riferimento alle "Norme generali concernenti l'esecuzione e lo impiego della saldatura autogena", emanate dal Ministero delle Comunicazioni nel 1936 e successive modificazioni.

Le saldature di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati, e saranno eseguite: con bordi posti a leggera distanza per spessore dei tubi minori di 3,5 mm, oppure con bordi smussati con preparazione a V per spessori superiori ai 3,5 mm.

L'Impresa Appaltatrice si impegna in ogni caso a fornire al Committente tutti i dati relativi al tipo di elettrodi impiegati, numero di passate e prove effettuate sulle saldature, nonché ad effettuare controlli con ultrasuoni o radiografici se e quando richiesti.

Si intendono valide, inoltre, le norme sulle saldature descritte all'articolo "OPERE METALLICHE" presente Capitolato.

Per tubi a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato. Le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni dovranno tutti essere rispondenti alle vigenti norme U.N.I. per pressioni prescritte.

Per altri tipi di giunzione, se autorizzati dalla DD.LL si seguiranno le prescrizioni dettate dal fabbricante.

Prima della messa in opera delle tubazioni metalliche sarà cura dell'Impresa provvedere al collaudo della protezione eseguita mediante verifica con rilevatore a scintilla: dovrà essere garantita una resistenza dielettrica non inferiore a 14.000 V.

Prima accettazione della D.L. potranno essere poste in opera protezioni delle tubazioni realizzate con tecnologie diverse da quella illustrata purché vengano comunque garantiti al minimo i valori di collaudo sopra indicati.

Qualsiasi controllo dell'integrità dei rivestimenti dovrà essere effettuato in contraddittorio con il rappresentante della Stazione Appaltante e con le modalità sopra indicate, pena la non accettazione dell'opera eseguita.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Gli eventuali difetti di rivestimento dovranno essere riparati secondo le prescrizioni relative alle varie tipologie di rivestimento impiegato.

Sono assolutamente vietate giunzioni saldate o che portino a contatto diretti acciai inossidabili con acciai di diversa natura.

Per la posa in opera di giunti isolanti in acciaio con dielettrico dovranno essere scrupolosamente rispettate le seguenti prescrizioni:

- durante la saldatura il giunto dovrà essere avvolto fino a circa 5 cm dalle estremità da saldare con uno straccio bagnato per evitare che sia danneggiata la resina isolante interna;
- a posa avvenuta il giunto dovrà essere accuratamente ripulito da ogni traccia di ruggine, polvere ecc. specie in corrispondenza della resina isolante;
- dopo la pulizia il giunto, se interrato dovrà essere accuratamente catramato e rivestito con doppia fasciatura di vetroflex bitumato o benda paraffinosa autoadesiva per tutta la sua lunghezza fino a sovrapporla, senza alcuna discontinuità, al rivestimento originale del tubo per almeno 10 cm.

Per i giunti isolanti per i quali è prescritta la possibilità di giuntaggio con cavi elettrici mediante due spezzoni di cavo flessibile (rame isolato in butiltenax della sezione di almeno 16 mmq e della lunghezza di circa mt 1,50 per ogni spezzone), il collegamento dei cavi dovrà avvenire mediante saldatura alluminotermica o mediante capicorda con bulloni in ottone sulle orecchiette in acciaio saldate sul tubo ad una distanza di circa cm 10 dalla saldatura col giunto, essendo evitata ogni saldatura sul giunto per non danneggiare la resina isolante interna; l'attacco al tubo dovrà essere perfettamente isolato dal terreno con vetroflex bitumato, fasce paraffinate o altro analogo materiale isolante tipo Nabip, in modo che non possano fare alcuna massa contro terra, né contro il chiusino. Nel caso che venga subito effettuato lo giuntaggio, tali estremità dovranno essere collegate dentro il chiusino esclusivamente con bulloni in ottone e accuratamente isolate come sopra.

I cavi dovranno essere contraddistinti con i seguenti colori: giallo per il lato rotaia o in mancanza di rotaia per il lato rete vecchia, nero per il lato opposto, o comunque secondo le disposizioni della D.L.

In alternativa la D.L. potrà ordinare di riportare i cavi in cassette soprasuolo per protezione catodica, realizzate in lega di alluminio pressocolata, con protezione esterna in vernice epossidica applicata a forno, o in poliestere, con coperchio sfilabile, con morsettiera. La cassetta dovrà essere fissata su un apposito sostegno metallico in tubo Ø 1 1/2 " zincato a caldo, lunghezza circa mt 1,4. La cassetta dovrà essere installata all'esterno della sede stradale, in posizione protetta da urti accidentali, possibilmente vicino ai muri dei fabbricati.

Il piede del palo di sostegno dovrà essere annegato in blocco di calcestruzzo interrato, di almeno cm 30 x 30 x 30; la cassetta dovrà risultare ad almeno mt 1 dal suolo.

I cavi saranno del tipo sopra indicato, della lunghezza necessaria, contenuti in tubo di protezione in PVC Ø mm 63, interrato ad una profondità di almeno cm 40.

Secondo le disposizioni della D.L., le testate dei cavi nella cassetta dovranno essere lasciate separate ed isolate con nastro isolante, oppure collegate con apposito morsetto.

Nei casi prescritti dalla D.L., i giunti dielettrici dovranno essere installati in camerette in modo che l'intero giunto sia contenuto nella cameretta.

L'isolamento elettrico dal terreno e dagli altri servizi metallici interrati dei tubi a giunti saldati, potrà essere verificato dalla D.L. mediante collaudo elettrico della condotta.

Il collaudo verrà effettuato almeno 10 giorni dopo il reinterro, su tronchi di condotta disconnessi elettricamente dalle altre tubazioni mediante giunti dielettrici.

La prova si svolgerà secondo le seguenti modalità.

potenziale tubo-terra fra condizione naturale e dopo immissione di corrente.

La resistenza di terra del tubo è data da:

$$R \text{ (ohm)} = \frac{V}{I}$$

dove:

V= differenza media di potenziale tubo-terra in Volt

I = corrente immessa in Amp

La resistenza specifica di terra della condotta è data dal prodotto R per la superficie esterna della tubazione in esame, in mq.

Tale resistenza specifica non dovrà essere inferiore a 100 ohm x mq.

Se la prova avrà esito negativo, l'Impresa Appaltatrice dovrà provvedere a ricercare e rimuovere le cause dell'insufficiente isolamento elettrico; si provvederà quindi ad un nuovo collaudo con le stesse modalità suddette.

#### **ART. N. 22 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE**

La posa in opera delle tubazioni verrà eseguita di conserva con le opere di scavo, di livellamento del fondo del cavo, della eventuale posa della sabbia, dove necessario della guaina in polietilene e di conserva pure con le operazioni di rinfianco e rinterro delle tubazioni stesse.

I tubi, prima di essere calati nello scavo, saranno accuratamente puliti nell'interno, in particolar modo nel giunto, sia nel maschio che nella femmina, e saranno battuti a piccoli colpi di martello o morsetto di legno per accertare che non vi siano rotture o incrinature; durante la posa e le successive operazioni si avrà cura di evitare che terra od altro entri nell'interno dei tubi; sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua e di fango e nel lume del tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sassi, sabbia, terra ed altre impurità di sorta.

I tubi dovranno appoggiare per tutta la loro lunghezza sul fondo dei cavi non soltanto nei punti isolati, pertanto si dovrà provvedere ad asportare la sabbia in corrispondenza di ogni giunto in modo da fornire una piccola depressione del piano di posa capace di contenere il rilievo del giunto stesso.

Al fine di conseguire un regolare andamento altimetrico di ogni livelletta su sella. Si dovrà posare la tubazione in sabbia dello spessore minimo di cm 20 e si dovrà costantemente controllare la pendenza di ogni tubo con l'ausilio di una livella. Ogni tubo verrà poi rinfiancato e ricoperto accuratamente fino ad un'altezza di 10 cm sulla generatrice superiore del giunto con terra sciolta proveniente dagli scavi oppure con sabbia, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori, avendo cura di produrre un uniforme ed efficace costipamento senza alterare tuttavia la posizione del tubo.

Per deviazioni angolari superiori a 3 gradi, si dovranno usare gli appositi pezzi speciali a curva in ghisa sferoidale.

Per derivazioni, riduzioni ecc. si dovranno adottare gli appositi pezzi speciali in ghisa sferoidale.

Quando prescritto dalla D.L. si dovranno adottare gli speciali giunti antisfilamento a bicchiere con controflangia e bulloni per il serraggio della guarnizione in elastomero.

Eventuali tagli del tubo, da contenersi nel minimo indispensabile, dovranno essere eseguiti con apposita macchina tagliatubi per ghisa.

Per gli attraversamenti eseguiti entro tubi di protezione e per gli incroci e parallelismi con altre strutture metalliche interrate dovranno essere rispettate le stesse prescrizioni indicate per i tubi in acciaio. Su ogni collegamento con tubi in acciaio dovrà essere inserito un giunto dielettrico.

Nei casi prescritti dalla D.L., i tubi dovranno essere completamente infilati nelle apposite guaine in polietilene fornite dal costruttore dei tubi, ben legate con filo di ferro zincato sezione minima mm 1 o con robusti nastri adesivi in polietilene; in corrispondenza delle loro giunzioni, le guaine dovranno sovrapporsi per almeno cm 50.

#### **ART. N. 23 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI DI POLIVINILCLORURO (P.V.C.)**

##### Condotte

Le tubazioni di polivinilcloruro non plastico (P.V.C.) saranno fornite in barre di produzione normalizzate con giunto a bicchiere scorrevole con anello di gomma, oppure a manicotto scorrevole con due anelli di gomma.

I tubi dovranno essere di classe adeguata alla pressione interna di esercizio, ed essere atti a resistere a carichi esterni indotti dal rinterro e da sovraccarichi accidentali, il tutto equivalente ad una altezza di rinterro di m 1,50. L'Impresa dovrà effettuare la fornitura, lo sfilamento a piè d'opera e la posa in opera secondo gli schemi previsti in progetto o indicati dalla DD.LL fornendo tutti i pezzi speciali di P.V.C., necessari di passaggio e terminali curve, bout, toulippe, tappi, manicotti, riduzioni, ecc.) rispondenti alle Norme UNI 7442-75 e 7449-75.

La posa in opera avverrà garantendo la copertura prevista nei tipi di progetto (metri 0,70 di copertura per DE 140 mm) secondo livellette regolari e prive di contropendenze entro cavi predisposti secondo le prescrizioni già esposte.

##### Formazione di cavidotti

I cavidotti per la posa di cavi elettrici, telefonici ecc. saranno formati, secondo l'indicazione della DD.LL. con uno o più tubi affiancati o sovrapposti di PVC rigido (non plastificato), con giunto a bicchiere del tipo da incollare, messi in opera previo posizionamento con idonei distanziatori.

Se richiesto dalla DD.LL. dovranno essere posati entro un massello continuo in calcestruzzo magro, di spessore non inferiore di 10 cm. all'interno del tubo, tale dovrà essere anche lo spessore fra tubo e tubo in caso di posa affiancata o sovrapposta.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Al lato della posa l'Impresa dovrà provvedere ad infilare un filo di ferro zincato di sezione adeguata all'interno di ciascun tubo, per consentire il successivo inserimento dei cavi.

I cavidotti dovranno essere posati rispettando le pendenze indicate dalla DD.LL. in modo che sia possibile lo scorrimento delle eventuali acque di penetrazione verso i pozzetti di scarico all'uopo predisposti.

Lungo la linea dei cavidotti saranno posti in opera pozzetti d'ispezione ad interasse mai superiore ai ml. 80,00. Particolare cura dovrà essere posta nella giunzione dei tubi con i pozzetti la quale verrà adeguatamente stuccata.

#### ART. N. 24 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI IN GRÈS CERAMICO

Tutte le tubazioni ed i prezzi speciali in grès ceramico dovranno essere provvisti di idonea giunzione a bicchiere, sia nella parte femmina che nella parte maschio dovrà essere riportata una quota di rettifica di materiale poliuretano idoneo a garantire una perfetta tenuta idraulica fino ad un carico di 0,5 bar, pertanto si dovrà controllare che questo riporto, oltre ad essere in norma come dimensioni, sia perfettamente incollato al materiale ceramico e sia esente da rigature, sbavature e scagliature che possono recare pregiudizio alla tenuta della giunzione stessa.

Si dovrà porre grande cura nell'imballaggio, trasporto, scarico, e sfilamento a piè d'opera al fine di non lesionare sia i tubi che i giunti; i tubi o i pezzi speciali che presentino i difetti sopra richiamati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere al fine di evitarne la posa accidentale.

Prima della costruzione della condotta l'Impresa dovrà provvedere alla redazione del calcolo di verifica al fine di stabilire il tipo di rinfiaccio più idoneo tenuto riguardo alla resistenza del tubo, alla profondità di interrimento e alla qualità del terreno con tutti i carichi accidentali; questo perché essa, Impresa, sarà pienamente responsabile della stabilità della condotta nel tempo.

Per la posa in opera verranno rispettate le norme generali già esposte precedentemente con particolare attenzione al rinfiaccio che dovrà essere sempre eseguito con sabbia grossa o ghiaio, quando non fosse richiesto in calcestruzzo, fino ad una quota di 10 cm al di sopra del giunto e per tutta la larghezza della trincea.

Per altri particolari accorgimenti si farà riferimento alle prescrizioni e consigli delle ditte produttrici dei materiali ponendo particolare attenzione per quanto attiene alla fase di ricoprimento che dovrà sempre garantire il tubo da qualsiasi movimento.

#### ART. N. 25 POSA IN OPERA DI TUBAZIONI IN P.R.F.V. (PLASTICA RINFORZATA CON FIBRE DI VETRO)

Prima dell'inizio della posa delle condotte l'impresa dovrà presentare la relazione dettagliata e completa dei calcoli statici delle condotte, con riferimento a quanto prescritto nell'art. "Calcolazione delle strutture" di cui al capo II del presente Capitolato, in particolare il calcolo relativo a:

- carichi agenti circonferenzialmente sulle tubazioni
- condizioni di stabilità della parete per la perdita di forma
- rigidità minima della parte non inferiore a 1200 Newton
- inflessione diametrale non superiore all'1% del diametro mq.
- sollecitazione e deformazioni combinate per somma della pressione interna e dei carichi esterni ammissibile = 0.25%.
- resistenza assiale minima a trazione e compressione
- verifica assiale delle condotte per cedimento del vincolo pari a 1% della lunghezza vincolata.

##### Zavorre

Nel caso di condotte in subalveo si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- a) il diametro interno della zavorra sarà non superiore al diametro esterno del tubo più 10 mm.
- b) la rugosità geometrica interna della zavorra non eccederà 3 mm.
- c) la zavorra sarà realizzata in sezioni di lunghezza tali da non compromettere la flessibilità longitudinale della condotta e le estremità dei singoli pezzi.

##### Giunzioni in cantiere

Le giunzioni di testa e gli innesti in cantiere sono previsti per realizzare:

- il collegamento alla condotta dei pezzi speciali
- eventuali aggiustaggi

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- angolazioni superiori a quelle permesse dal giunto a bicchiere onde ottenere curve a largo raggio.

Consistono nella stratificazione alternata di stuoie di vetro da 500 gr/mq e mat di vetro da 450 a 600 gr/mq impregnati con resina nel rapporto vetro/resina 40/60.

La giunzione deve essere dimensionata in modo da garantire efficienza almeno pari a 1 rispetto al tubo

#### Imballaggi e trasporto

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere.

Il tipo di imballaggio è a scelta dell'impresa ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto, che le estremità delle barre siano opportunamente perfette e che i tubi mantengano la forma circolare.

Durante la movimentazione ed il trasporto devono essere osservate tutte le possibili attenzioni affinché i tubi non vengano danneggiati.

I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentali, non devono essere lanciati da un'altezza a 30 cm. e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

#### Posa in opera

La posa in opera avverrà direttamente dal mezzo di trasporto della Ditta produttrice delle tubazioni, senza ricorrere a depositi intermedi su piazzale a piè d'opera.

Pertanto l'invio delle tubazioni dalla fabbrica dovrà essere eseguito di volta in volta, man mano che procederanno i lavori di scavo della sede della condotta.

La Direzione Lavori si riserva tuttavia la facoltà di ordinare il deposito delle tubazioni su piazzale a spese e cura dell'Appaltatore.

#### Fondo della trincea

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

#### Sottoscavo

In corrispondenza di terreni "mobili", organici o comunque poco consistenti lo scavo sarà approfondito e sarà creato un sostegno stabile mediante riporto di materiale granulare.

#### Acque di infiltrazione (eventuali)

L'acqua deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfiacco.

#### Larghezza della trincea

La larghezza della trincea non dovrà essere maggiore del necessario, cioè solo permettere la connessione dei tubi nello scavo e la compattazione del riempimento ai lati della tubazione.

#### Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo di procederà alla formazione del letto di posa costituito da almeno 20 cm. di sabbia o materiale granulare fine compattato ed almeno il 90% del Proctor standard. In corrispondenza dei punti di giunzione il letto di posa sarà ribassato per una lunghezza di circa 10 cm.

La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione. l'allineamento ed il livellamento dei tubi deve essere curato in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado. Nel caso si debbano realizzare delle limitate deviazioni del percorso, il disassamento fra due barre può essere spinto fino a 1°. Dove sono prevedibili cedimenti di vincolo dovuti ad opere murarie, pozzetti o blocchi di ancoraggio, dovrà essere previsto un giunto flessibile ad una distanza non maggiore di 2 diametri.

#### Rinfiacco e reinterro

Queste operazioni saranno eseguite immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiaccare.

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo per almeno 20 cm. sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa. La compattazione del rinfiacco sarà spinta ad almeno il 90% del Proctor Standard e verrà effettuata per strati di 30 cm. circa. Si procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

#### Norme di compattazione

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

#### Controllo qualitativo della compattazione

Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risultasse maggiore del 3%, la compattazione dovrà essere incrementata. La validità della compattazione sarà confermata da test con penetrometri.

#### Prescrizioni particolari

Durante la fase di reinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato si procederà alla sua sostituzione.

#### Ulteriori prescrizioni

Per il fatto della esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

### **ART. N. 26 POSA IN OPERA DI CONDOTTE**

La posa in opera dei condotti verrà eseguita di norma nel seguente modo, procedendo per tratti di adeguata lunghezza: Si dovrà procedere all'interruzione del deflusso delle acque mediante la formazione di ture e loro prosciugamento con motopompa o altro mezzo.

Dopo aver prosciugato il tratto di Canaletta, si procederà allo scavo del terreno spinto fino alla profondità indicata nei profili di posa del condotto (o al momento della consegna) maggiorata dello spessore di cm. 30 per il ghiaione di sottofondo e di cm. 10 per getto di magrone e per la larghezza minima necessaria per consentire la posa dei condotti. Si dovrà adottare adeguata cura per la conservazione dei sottoservizi esistenti, intendendosi compensato anche tale onere, nel prezzo unitario di elenco offerto dall'Appaltatore, mentre è a carico della stazione appaltante l'onere per lo spostamento dei sottoservizi che intercettano il condotto.

Il materiale di scavo non riutilizzabile dovrà essere trasportato a discarica, mentre quello ritenuto idoneo dalla D.L. per il reinterro, dovrà essere depositato su aree di deposito, procurate a cura e spese dell'impresa.

Successivamente si procederà alla fornitura e stesa di ghiaione lavato dello spessore di cm. 30, livellato e compattato adeguatamente, sul quale verrà steso il calcestruzzo magro dosato a q.li 9,50 di cemento per mc. di impasto, livellato accuratamente in modo da dare un perfetto piano di posa per il condotto in cls.

I condotti verranno posati con adeguata cura accostandoli l'uno all'altro e procedendo alla stuccatura dei giunti.

Si procederà quindi al reinterro, fino alla quota indicate nelle sezioni stradali, con il materiale proveniente dallo scavo stesso, qualora fosse ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori o con i materiali provenienti dalla scarifica e sbancamento della sede stradale.

I vuoti sui fianchi del condotto dovranno essere riempiti e costipati contemporaneamente in modo da evitare che la costipazione effettuata su un solo fianco possa provocare lo spostamento laterale del condotto.

Il tracciato di posa del condotto dovrà essere effettuato in modo che il futuro allargamento della carreggiata non ricada sopra tale manufatto.

Durante il periodo di interruzione del deflusso delle acque della Canaletta è onere dell'impresa garantire comunque che l'acqua a monte della tura non aumenti notevolmente di livello, e pertanto dovrà essere garantito in modo artificiale, con motopompa o altro mezzo ritenuto idonei, il deflusso delle acque.

### **ART. N. 27 PEZZI SPECIALI PER CONDOTTE A PELO LIBERO**

Qualora nelle tavole di progetto sia previsto, si potrà ricorrere all'uso di pezzi speciali per l'immissione o per la deviazione di condotte a pelo libero con l'adozione di Te, curve o croci, anche a bracci non omogenei, che dovranno essere precostituiti dello stesso materiale delle condotte dove andranno ad inserirsi ed avranno lo stesso tipo di giunzione della condotta principale.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Detti pezzi speciali dovranno essere lavorati con fori realizzati a mezzo di idonee prese e la saldatura dei vari elementi dovrà essere realizzata in modo da garantire l'assoluta tenuta idraulica fino ad almeno 1 bar di carico idraulico. I pezzi speciali che non hanno una serie corrente di mercato dovranno essere eseguiti rispettando le dimensioni fissate nella seguente Tabella:

DENOMINAZIONE	SIMBOLOGIA	DIMENSIONI IN mm
CURVE	r = raggio in mm D = diametro in mm S = sviluppo in mm à=angolo esterno in gradi	r = 8 D  S = (à/360 x 2 r) 200
TE o CROCE	a=braccio maggiore in mm b=braccio minore in mm D=diametro condotta linea d=diametro condotta inserimento	a = D + 800  b = (d + 800) / 2

**ART. N. 28 PEZZI SPECIALI PER CONDOTTE IN PRESSIONE**

Pezzi speciali in ghisa sferoidale

I pezzi speciali in ghisa sferoidale dovranno essere rivestiti all'interno in malta cementizia applicata per centrifugazione e rivestimento esterno con uno strato di zinco ricoperto con vernice bituminosa; le flange devono essere sagomate e forate secondo UNI PN 16, salvo diverse disposizioni della D.L.

I giunti devono essere di norma a bicchiere con guarnizione di tenuta in elastomero, inserita in apposita sede.

I tubi ed i pezzi speciali devono essere conformi alle norme UNI-ISO 2531-81 (classe K9) e, per quanto riguarda i rivestimenti protettivi interni ed esterni, rispettivamente alle norme UNI - ISO 4179-83 e ISO 8179-85 e successivi aggiornamenti.

Quando è previsto il convogliamento di acque aggressive, potrà essere prescritta l'adozione di speciali malte cementizie per il rivestimento interno.

Pezzi speciali in acciaio

In linea generale dovranno essere impiegati pezzi speciali in ghisa sferoidale o in ghisa grigia.

Qualora si rendesse necessaria la sagomatura od il taglio delle tubazioni in acciaio per creare curve, Te ed in generale pezzi speciali si dovranno eseguire tagli e saldature in modo che la superficie interna delle tubazioni non presenti rugosità prodotte dai processi di lavorazione e la sezione dovrà apparire circolare a vista e cioè senza tracce di schiacciamento.

Ciò anche al fine di non esaltare le perdite di carico specialmente nelle curve per le quali in particolare si dovrà procedere alla esecuzione di una serie di tagli secondo le sezioni normali dell'asse del tubo, all'incurvamento dello stesso ed alla successiva saldatura.

Ad operazione eseguita le curve dovranno apparire continue e di raggio non inferiore a 4 volte il diametro del tubo.

Al fine di garantire una buona conservazione del tubo si dovrà effettuare una nuova bitumatura a caldo, sia nella superficie interna che esterna in corrispondenza delle zone lavorate. Infine si dovrà ripristinare il rivestimento esterno in modo accurato ed a regola d'arte.

Tutti i pezzi speciali dovranno avere un foro filettato da 1/2" con tappo per poter eventualmente inserire anche a distanza di anni un manometro od altro apparecchio.

Le estremità lisce dei pezzi speciali dovranno avere le dimensioni esterne eguali a quelle delle corrispondenti testate tornite dei tubi in cemento-amianto per applicazione dei giunti Gibault.

In definitiva i pezzi speciali dovranno essere eseguiti rispettando le dimensioni fissate nella seguente Tabella:

DENOMINAZIONE	SIMBOLOGIA	DIMENSIONI IN mm
CURVE	r = raggio in mm D = diametro in mm S = sviluppo in mm à = angolo esterno in gradi	r = 4D  S = (à/360x2 r) + 200

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

TE o CROCE b a	a = braccio maggiore in mm b = braccio minore in mm D = diametro condotta linea (mm) d = diametro condotta inserimento (mm)	a = D + 400  $b = \frac{d + 400}{2}$
BOUT	a = lunghezza complessiva D = diametro condotta (mm)	a = D + 100
TRONCHETTI PAS-SAMURO	a = lunghezza complessiva s = spessore muratura (mm) D = diametro tubazione (mm)	a = s + 3 D

## ART. N. 29 APPARECCHIATURA IDRAULICA PER CONDOTTE IN PRESSIONE

### 29.1 Prescrizioni generali

Saranno di fabbricazione normale, di prima scelta e rispondenti ove richiesto alle norme UNI vigenti.

Gli apparecchi idraulici (per i quali - subito dopo la consegna dei lavori - l'Impresa dovrà comunicare il nominativo della ditta da essa prescelta per la fornitura) dovranno in tutto uniformarsi ai tipi di progetto e rispondere alle prescrizioni indicate nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore ed a quelle più dettagliate che saranno caso per caso stabilite dalla Direzione dei lavori, la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dall'Appaltante precedente collaudato.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, senza bave e ripassature allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione. Dovranno pure essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamento: i fori delle flange, dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori dovranno essere ricavate al tornio e venire rettificata a mano o smerigliate in quanto necessario ad assicurare una perfetta e durevole tenuta agli organi di chiusura.

I filetti delle viti di manovra e di quelle destinate a serrare coperchi saranno ricavati a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti, senza strappi o ammacchi di materia.

Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà risultare di fusione la marca della Casa fornitrice, il diametro del passaggio e la freccia per la direzione del flusso dell'acqua.

Per le parti stampate o fucilate tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Tutte le parti in ghisa, per le quali non sarà prescritta verniciatura, dopo il collaudo in officina eseguito da incaricati dell'Amministrazione Appaltante dovranno essere bitumate internamente ed esternamente. La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo le parti esenti da ruggine e riscaldate in bagno caldo di bitume polimerizzato minerale.

L'operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le parti dopo l'estrazione del bagno, in modo da ottenere un rivestimento bene aderente, in modo da non poter essere asportato né con il confricamento né da colpi, senza grumi, gocce di catrame o screpolature.

Le parti di ferro o di acciaio, stampate e forgiate e quelle fuse da verniciarsi saranno pure coperte con bitume polimerizzato. Le superfici esterne, in bronzo, rame, ottone, saranno semplicemente ripulite mediante sabbatura.

Gli accessori da installare in vista in locali di manovra dovranno nelle parti di ghisa essere dapprima stuccati e spalmati di minio, dopo che questo è asciugato verranno verniciati con doppia mano di vernice cenere all'olio essiccativo. I volantini dovranno essere invece verniciati di nero; le parti esterne in bronzo e ottone saranno pulimentate.

Le flange di tutti gli apparecchi ed accessori dovranno essere costruite e forate in relazione ai diversi diametri e alle diverse pressioni secondo le norme UNI, oppure secondo la DIMA internazionale 1882 a seconda delle specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori, in relazione alle esigenze di connessione con opere esistenti e di intercambiabilità con le scorte di magazzino.

Ogni apparecchio dovrà essere idoneo per essere montato e collegato alle tubazioni secondo gli schemi standard correnti.

Tutti gli apparecchi verranno provati in stabilimento alla pressione indicata per ciascuno di essi e come in appresso specificato.

La campionatura degli apparecchi dovrà essere accompagnata da descrizioni, fotografie, pesi, illustrazioni e referenze di ogni apparecchio proposto.

### 29.2 Prescrizioni Operative

Nei punti che saranno indicati dalla Direzione dei Lavori, durante l'esecuzione delle opere, verranno collocate saracinesche di arresto chiamate anche saracinesche di linea e di derivazione.

In tutti i punti più depressi delle condotte fra due rami di opposta pendenza ed anche all'estremità di una condotta isolata, quando questa è in continua discesa, saranno collocate saracinesche di scarico. Le saracinesche saranno di regola, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, collocate entro pozzetti o camere di muratura ed ancorate ad apposito basamento di muratura o di conglomerato cementizio contrastante la spinta trasversale all'asse della condotta che si verifica durante lo scarico. Le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro delle tubazioni alle quali sono inserite, mentre per le saracinesche di scarico il diametro sarà quello fissato in progetto.

Le saracinesche saranno collegate alle tubazioni con raccordi metallici a flangia, la quale sarà unita alla saracinesca con interposizione di una guarnizione in gomma dello spessore di 3 mm. Per le saracinesche da collocarsi in pozzetti od in camere di manovra, valgono le indicazioni dei disegni di progetto; per quelle che su ordine della Direzione dei Lavori saranno da installarsi nel sottosuolo, dovrà essere curato in modo speciale che il piede della saracinesca poggi solidamente su un blocchetto di calcestruzzo, l'asta di manovra sia di appropriata lunghezza, il chiusino stradale poggi rigidamente su una piastra di calcestruzzo con foro di passaggio centrale per il tubo protettore, così da evitare il suo affondamento sotto l'azione dei carichi.

Sulle saracinesche, pezzi speciali di collegamento ed accessori, a posa ultimata, sarà data una mano di catrame liquido. Con le saracinesche sarà fornito un conveniente numero di chiavi di manovra.

Le precedenti prescrizioni valgono per tutte le altre apparecchiature richieste per il funzionamento delle condotte. Tutte le apparecchiature interrate verranno ubicate con posa o di cippo segnalatore in cls. oppure con idonea targhetta rivelatrice in materiale plastico secondo le disposizioni che verranno impartite dalla DD.LL.

### 29.3 Prescrizioni particolari per le saracinesche

Saranno a corpo ovale per le pressioni di prova in stabilimento e prova in opera prescritte in tariffa e dovranno rispondere alle norme UNI 7125-72, per quanto non in contrasto con le esigenze di connessione e di intercambiabilità con quelle esistenti o con le scorte di magazzino.

Il corpo delle saracinesche, il cappello ed il volantino e tutte le parti in fusione di ghisa dovranno essere costituite da ghisa sferoidale secondo le norme U.S.O. 500.7 (equivalente alle DIN GGG50) e presentare superfici esterne perfettamente modellate senza bave e ripassature allo scalpello ed alla lima.

Le saracinesche avranno l'otturatore costruito da un cuneo in ghisa rivestito in gomma nitrile NBR di tipo alimentare. La tenuta primaria sarà ottenuta per accoppiamento del cuneo gommato con la sede a generatrici rettilinee esente da attriti laterali in fase di manovra. La tenuta secondaria sarà ottenuta con anelli O-RING in alloggiamento in nylon, sostituibile in esercizio a valvola aperta. L'accoppiamento fra copro e cappello dovrà essere realizzato con bulloneria esterna accessibile e giunto conico in gomma sintetica. L'albero e la bulloneria dovrà essere in acciaio inossidabile AISI 304. Inoltre tutte le saracinesche dovranno avere un trattamento integrale con resina epossidica (spessore minimo 150 micron) posata elettronicamente.

Ogni saracinesca dovrà essere idonea per essere montata e collegata alle tubazioni di progetto secondo gli schemi standard correnti e le prescrizioni di cui al testo precedente ed ai Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore.

Le saracinesche saranno fornite con volantino in ghisa oppure con colonnina di manovra, di altezza variabile, con scala graduata ed indicatore di apertura.

Ogni saracinesca sarà provata presso l'officina di produzione alle pressioni di prova prescritte in tariffa secondo il tipo ed il diametro.

Per ogni saracinesca da montarsi fuori dalle camere di manovra e dei pozzetti la fornitura comprende anche la serie normale di accessori sottosuolo, serie composta di:

- tubo protettore di ghisa, provvisto di coperchietto superiore con foro e con parte inferiore allargata per rivestire completamente il premistoppa della saracinesca ed i relativi bulloni;
- asta di manovra in ferro, con manicotti in ghisa, con quadro di attacco all'albero della saracinesca e per attacco alla chiave di manovra;
- chiusino stradale in ghisa.

Su ogni saracinesca dovranno risultare:

1. la data di fusione,
2. il diametro
3. la direzione della corrente.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Ogni saracinesca sarà provata presso l'officina di produzione e di ogni prova si stenderà verbale; alle prove potrà assistere l'Appaltante. In ogni caso la Casa produttrice dovrà rilasciare certificato con la narrativa delle prove e dei risultati.

Tutte le spese per le prove, salvo quella per l'intervento dell'Appaltante, sono a carico dell'Appaltatore.

#### **ART. N. 30 SFIATI PER ACQUEDOTTO**

Sono costruiti previsti del tipo a doppio o singolo galleggiante sferico con corpo e coperchio in ghisa con guarnizione in bronzo, galleggiante interno rivestito in gomma. Ciascun sfiato dovrà essere dotato di un rubinetto a tre vie di intercettazione.

Gli sfiati saranno posti in opera nei punti più elevati (cuspidi) di ogni condotta, in apposito pozzetto o campana stradale.

Essi saranno collegati all'estradosso delle tubazioni, con tubi in acciaio zincato e collare d'attacco o giunti a presa preconstituita, od apposito Te di derivazione a seconda dei diametri e delle prescrizioni della DD.LL

Dovranno risultare a quote convenienti entro il pozzetto, in modo da poter facilmente ispezionare e manovrare la valvola ed il rubinetto di intercettazione.

#### **ART. N. 31 CAMERETTE PER APPARECCHIATURE**

Di norma tutte le apparecchiature installate a corredo delle condotte verranno alloggiare all'interno di camerette, solitamente interrate, che permettono l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle apparecchiature stesse.

Le camerette dovranno essere eseguite in calcestruzzo armato gettato in opera e, solo per particolari casi, la DD.LL autorizzerà la esecuzione della muratura in blocchi di calcestruzzo prefabbricati o l'uso di camerette in calcestruzzo armato prefabbricato.

Le dimensioni delle camerette devono rispettare le caratteristiche dei tipi esecutivi e, in ogni caso, devono essere eseguite in modo da garantire la possibilità di smontaggio delle apparecchiature, l'ancoraggio delle stesse, lo scarico delle acque che si raccogliessero per cause accidentali e, nel caso di esecuzione sotto falda, la possibilità di asciugamento con mezzi meccanici.

Si avrà in ogni caso cura che l'esecuzione delle opere garantisca l'impermeabilità del sistema.

I coperchi e i chiusini dovranno essere previsti in modo da permettere lo smontaggio e la manovra delle apparecchiature inserite.

Per ogni cameretta dovrà essere redatto, a cura dell'Appaltatore, un calcolo statico della struttura, sempre per carichi stradali di prima categoria, che dovrà essere presentato a richiesta della DD.LL, ciò perché detto appaltatore sarà sempre ritenuto responsabile delle eventuali manchevolezze.

#### **ART. N. 32 MANUFATTI IN CEMENTO ARMATO A CORREDO DELLE CONDOTTE A PELO**

Le camerette di ispezione, vertice e confluenza in cemento armato, sia costruite in opera che prefabbricate, saranno conformi ai tipi previsti nei disegni di progetto.

In particolare dovranno essere realizzate in modo da garantire una giunzione in entrata e in uscita omogenea con le giunzioni delle tubazioni e tali da assorbire eventuali leggeri assestamenti differenziati senza che sia compromessa la tenuta idraulica della condotta.

Le superfici interne dei manufatti dovranno essere confezionate con casseforme metalliche, in modo da risultare lisce, compatte, senza nodi e sbavature.

Gli elementi prefabbricati dovranno essere prodotti in stabilimenti o cantieri di esclusivo gradimento della DD.LL, che può rifiutarli senza specificare i motivi del rifiuto.

Il calcestruzzo impiegato, sarà del tipo Rbk 350, confezionato con cemento Portland normale o pozzolanico.

La DD.LL si riserva la facoltà di prelevare in qualsiasi momento e senza preavviso, campioni di conglomerato cementizio proveniente dagli impasti, da sottoporre poi alle prove di laboratorio.

I risultati di dette prove dovranno rientrare nelle prescrizioni indicate negli articoli del presente Capitolato inerenti alle strutture in cemento armato.

#### **ART. N. 33 MANUFATTI PARTICOLARI**

A completamento delle reti di acquedotto o di fognatura, sono previste le realizzazioni di manufatti particolari quali ad esempio rilanci di linea, impianti di modulazione, impianti di sollevamento per acque luride, ecc.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Detti manufatti, saranno realizzati per la parte muraria e predisposti per l'inserimento successivo, da parte di altra Impresa specializzata, delle opere elettromeccaniche, possono essere eseguiti sia in calcestruzzo armato che con una struttura mista in calcestruzzo armato.

In ogni caso dovranno essere perfettamente impermeabili, rifiniti a perfetta regola d'arte secondo le dimensioni fissate in progetto e con tutti i particolari fissati, sempre calcolati ai fini statici a cura e spese dell'Appaltatore che se ne assume tutte le responsabilità inerenti e conseguenti.

Il rivestimento in resina epossidica dovrà essere eseguito in spessori sempre superiori a 1000 micron e il tipo di resina dovrà essere autorizzato dalla DD.LL; su proposta dell'Impresa la DD.LL potrà autorizzare altro tipo di protezione passiva.

Sarà sempre cura dell'Appaltatore contattare la ditta fornitrice delle opere meccaniche, se già fissata, per concordare i particolari esecutivi che facilitino la posa delle apparecchiature.

#### **ART. N. 34 ALLACCIAMENTI DI FOGNATURA**

Per allacciamento di fognatura si intende il complesso delle opere da eseguire, di solito entro la sede stradale, per permettere all'utente di collegarsi, una volta autorizzato, alla rete di fognatura senza intervenire sulle opere principali.

Dalla cameretta di ispezione stradale, si partirà con un ramo di derivazione che dovrà essere di norma rettilineo e di uniforme pendenza secondo i tipi di progetto.

Tale ramo dovrà essere collegato a mezzo di giunto opportunamente predisposto arrivando al punto di consegna dell'utenza privata; casi diversi dovranno essere sempre autorizzati dalla DD.LL.

La pendenza minima della tubazione di allacciamento non dovrà essere inferiore all'1% (uno per cento).

In ogni caso il pozzetto di "utenza" dovrà essere posizionato ad una quota tale da consentire lo smaltimento del refluo dal fabbricato da servire.

Qual'ora, anche durante l'esecuzione dei lavori, una volta verificate le quote ortometriche ed eseguiti gli opportuni calcoli della pendenza, si ravvisasse la impossibilità di raggiungere lo scopo di recapitare il refluo, da parte del privato, alla pubblica fognatura, l'impresa dovrà immediatamente avvertire la Direzione Lavori.

I punti di consegna dell'utenza privata saranno conformi ai tipi di progetto e alle prescrizioni del regolamento di fognatura in vigore presso l'Ente di Gestione e potranno essere eseguiti mediante posa di pozzetto prefabbricato in P.V.C., pozzetto prefabbricato in calcestruzzo oppure con predisposizione di tubo con tappo di chiusura, in ogni caso con le modalità e le prescrizioni di elenco prezzi e dei disegni tipo. In qualunque di questi casi dovrà sempre essere garantita la tenuta idraulica del sistema.

Particolare cura dovrà essere posta, in fase di rilievo, all'ubicazione degli scarichi privati eventualmente esistenti, in modo che il posizionamento ragionato delle camerette d'ispezione facilitino l'esecuzione di detti allacciamenti.

In caso di fognatura mista si predisporranno le condotte al fine di rendere possibile un inserimento ogni 20-25 m, secondo necessità, delle condotte per la raccolta delle acque pluviali e si predisporrà la derivazione in base alle utenze.

Quando fosse richiesto si procederà anche al collegamento di utenza da eseguire sempre secondo il regolamento del Gestore.

#### **ART. N. 35 ALLACCIAMENTI DI ACQUEDOTTO**

Per allacciamento di acquedotto si intende il complesso delle opere da eseguire, di solito fino al contatore, per permettere all'utente, una volta autorizzato, di derivare acqua senza intervenire sulle opere principali.

Gli allacciamenti, sempre eseguiti secondo le prescrizioni del regolamento in vigore al Consorzio, dovranno impiegare i materiali fissati in progetto con particolare riguardo alla qualità e alla protezione che garantisca la migliore durata nel tempo.

I rifacimenti di allacci esistenti devono sottostare alle norme precedenti e dovranno essere eseguiti in modo da limitare i disagi all'utente e, nel caso di interventi in area privata, dovrà essere concordato l'intervento nei modi e nei tempi operativi.

Per tutte le modalità esecutive si farà riferimento a quelle delle condotte e dei manufatti salvo che per le profondità di interrimento che potranno anche essere minori di quelle fissate.

Dovunque possibile, la presa dovrà essere realizzata con un solo spezzone di tubo.

Sulle tubazioni di allacciamento in acciaio catramato dovrà essere inserito, vicino al contatore o al confine di proprietà, un giunto dielettrico.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Raccordi, gomiti ecc. dovranno essere del tipo pesante, in acciaio, ghisa, bronzo o ottone, da proteggersi con robuste fasce isolanti autoadesive.

L'attacco sulla tubazione principale verrà realizzato con manicotto di acciaio zincato e filettato, posto in corrispondenza della generatrice superiore del tubo, oppure con strettoia in ghisa pesante, oppure con robusto collare in ghisa, secondo il tipo di tubo e le disposizioni della D.L.

Il diametro del foro dovrà essere almeno pari al diametro interno del tubo di derivazione.

Per i tubi di allacciamento valgono evidentemente anche tutte le prescrizioni e raccomandazioni riportate negli altri articoli di Capitolato per i corrispondenti tipi di tubazioni.

I contatori d'utenza dovranno essere installati in modo da essere facilmente leggibili e smontabili, in pozzetti interrati o in nicchie isolate termicamente su tutte le superfici, in un locale del fabbricato, secondo le prescrizioni della D.L.

Tutto il valvolame dovrà essere in bronzo o in ottone o in ghisa o in acciaio, di tipo pesante, classe PN 16.

### **ART. N. 36 ATTRAVERSAMENTI**

Negli attraversamenti di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, canali e corsi d'acqua in genere dovranno essere rispettate tutte le leggi e normative vigenti e le prescrizioni particolari dei Gestori dei servizi. verranno effettuati secondo le disposizioni che caso per caso verranno dettate dalla DD.LL, e la loro valutazione verrà fatta con i relativi prezzi di elenco.

Gli attraversamenti aerei in genere potranno venire effettuati sia mediante ancoraggio della tubazione a manufatti esistenti, sia con tubo autoportante (cavallotti) od infine con travate metalliche a traliccio a sostegno della condotta, la quale potrà anche costituire parte integrante e portante della travata.

Le condotte saranno protette termicamente come indicato nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore.

Gli attraversamenti di rilevati stradali, ferroviari, arginature ed anche corsi d'acqua potranno essere eseguiti con la immissione di tubi in acciaio o in conglomerato cementizio prefabbricato.

Gli attraversamenti in sotterraneo saranno eseguiti da apposita macchina spingitubo o macchina combinata per trivellazione e spinta, corredata di centralina oleodinamica e con tutte le attrezzature e strumentazioni affinché l'attraversamento risulti conforme ai profili prestabiliti e in norma con le disposizioni emanate dall'Ente interessato.

In ogni caso negli attraversamenti di strade, corsi d'acqua ed in special modo di ferrovie e tramvie, fatti entro i tubi di protezione, la condotta dovrà essere completamente isolata dal tubo di protezione, pertanto su tutta la lunghezza del condotto dovranno essere applicati dei distanziatori isolanti in nylon o PVC dello spessore di almeno 1 cm. disposti a corona ad una distanza non superiore a 1 m.

In casi eccezionali o dove altre cause non lo impediscono, in sostituzione dei distanziatori, potranno essere avvolte intorno al tubo principale delle fasce di vetroflex imbevute con catrame bollente sino a formare uno spessore di almeno 2 cm.

La massima cura dovrà essere posta nell'infilare la condotta principale dentro il tubo di protezione, per evitare la formazione di contatti diretti fra parti metalliche e l'introduzione di sassi o altro materiali.

Si dovrà curare anche un perfetto isolamento della condotta nei punti di ingresso e uscita dal tubo guaina, se del caso disponendo dei basamenti in corrispondenza agli imbocchi del tubo.

- Incroci e parallelismi con altre strutture interrate: la condotta non dovrà per nessun motivo toccare od appoggiarsi su strutture metalliche interrate preesistenti. in un incrocio la distanza minima fra la condotta e la struttura dovrà essere di almeno 30 cm.

Nel caso eccezionale e di assoluta necessità che la distanza dovesse essere ridotta, è indispensabile applicare alla condotta dei distanziatori isolanti del tipo usato per gli attraversamenti o racchiuderla in tubi di protezione di materiale dielettrico.

Nei parallelismi la distanza minima da rispetto fra le due strutture dovrà essere non inferiore a 40 cm. In vicinanza di tramvie e ferrovie questa distanza dovrà essere non inferiore a mt. 1.

### **ART. N. 37 LAVAGGI E DISINFEZIONI PER ACQUEDOTTO**

#### **37.1 Prescrizione per acquedotti già in servizio**

Qualora la posa dei tubi si riferisce ad ampliamenti della rete di acquedotto già in servizio, l'Impresa dovrà curare che la esecuzione dei lavori non impedisca il regolare servizio, di erogazione di acqua potabile. Qualsiasi sospensione del servizio - anche parziale - dovrà essere in precedenza autorizzata dalla Direzione Lavori e comunicata tempestivamente per iscritto al Gestore dell'acquedotto perché possa informare gli utenti; non dovrà durare più di 3 ore consecutive, restando a carico dell'Impresa l'esecuzione di collegamenti volanti per l'alimentazione provvisoria di determinati tratti di rete, la manovra delle saracinesche e tutti gli altri provvedimenti necessari per lo svolgimento delle opere.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

In ogni caso le temporanee sospensioni dell'erogazione, con svuotamento parziale o totale di tronchi di rete dovranno essere contenute nel minimo indispensabile.

A tal fine, dovunque possibile, le derivazioni e gli allacciamenti su qualsiasi tipo di condotte in esercizio dovranno essere effettuate in pressione, con apposite macchine e pezzi speciali per prese sottocarico.

Analogamente, le riparazioni su condotte in esercizio dovranno essere eseguite, dovunque possibile, con collari, manicotti, fasce in acciaio o ghisa, con guarnizioni di tenuta in elastomero, adatte per pressioni di 16 bars, di caratteristiche da approvarsi dalla D.L.

L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare intorbidamenti dell'acqua distribuita, effettuando se necessario spurghi anche sulle condotte in esercizio, specie sui terminali.

### 37.2 Lavaggio e disinfezione

Ad avvenuta ultimazione delle opere dell'acquedotto si farà luogo a cura e spese dell'Impresa, al lavaggio ed alla disinfezione delle stesse con le seguenti modalità:

per le condotte si eseguirà un energico lavaggio preventivo con scarico libero all'estremità delle stesse, ed in punti intermedi successivamente verrà introdotto ipoclorito sodico, in congrua soluzione, nella condotta medesima che resterà piena senza prelievo alcuno di acqua per la durata minima di 24 ore. Si passerà infine ad un ulteriore accurato lavaggio con acqua a scarichi aperti.

Dopo tali procedimenti le opere potranno essere messe in esercizio, salvo le eventuali diverse disposizioni scritte da parte della Direzione dei Lavori e dopo che l'acqua sarà stata analizzata chimicamente e batteriologicamente da parte del Laboratorio del Presidio Multizonale di Prevenzione dell'ULSS di appartenenza e da tale Laboratorio ritenuta potabile; in caso negativo si dovranno ripetere le operazioni di lavaggio e la disinfezione, nonchè le analisi chimiche e batteriologiche, fino a che l'acqua non risulti potabile, sempre a cura e spese dell'Impresa.

Nessun compenso spetta all'Appaltatore per queste operazioni di disinfezione (il cui onere è compreso nei prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore per la posa delle tubazioni), quale che sia il loro numero.

Sono a carico dell'Amministrazione Appaltante le spese per il primo prelievo e le relative analisi di ogni opera, le successive da eseguire se l'esito è negativo, come già detto sopra, sono a carico dell'Impresa.

## ART. N. 38 VERIFICHE E RIPARAZIONI DI FOGNATURE

### 38.1 Verifica di fognature

La verifica di una fognatura, sia preesistente che di nuova costruzione, verrà eseguita col sistema dell'ispezione televisiva. Detta ispezione avverrà per mezzo di attrezzature particolari in grado di rilevare a mezzo di telecamera semovente lo stato della fognatura. Per l'esecuzione di tali lavori si dovrà intervenire precedentemente con un energico lavaggio della condotta per mezzo di pompe ad alta pressione che a mezzo degli ugelli appositi provvedano alla rimozione dei detriti e della eventuale sabbia di deposito. Quando la condotta risulti sufficientemente pulita si provvederà a interrompere il flusso di entrata chiudendo la condotta con tappi pneumatici e quindi si interverrà con la telecamera. Il risultato di tale ispezione verrà registrato su nastro riproducibile con videoregistratore e nei punti particolarmente interessanti verrà scattata una fotografia, con i criteri indicati nell'articolo "Ispezione televisiva" del presente C.S.A..

Nel nastro video-riproducibile dovrà essere inserita la data, il nome della condotta e tutti quei riferimenti necessari ad una individuazione planimetrica della tratta ispezionata, nonchè il diametro della condotta e il numero di riferimento dei pozzetti.

### 67.2 Riparazione di fognature

Qualora ne ricorra la possibilità eventuali rotture dei condotti fognari potranno essere ripristinate con il metodo del "relining".

A seconda del tipo di lesione si possono adottare i due metodi

#### 67.2.1 Metodo puntuale

Tale metodo si utilizzerà in presenza di perdite nei giunti o in presenza di crepe circolari della tubazione.

Verrà eseguita la riparazione di giunti e di rotture circolari di tubazioni di qualsiasi materiale e di diametri da mm. 150 a mm. 1400.

L'operazione verrà eseguita mediante apposita attrezzatura, installata su camion, unitamente ad un sistema di monitoraggio televisivo e ad un impianto chimico di miscelazione per iniezione di sigillante bicomponente.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Attraverso i pozzetti di ispezione, verranno introdotte nella tubazione, vincolate tra di loro a distanza ravvicinata, una telecamera ed una attrezzatura denominata "packer", concepita per la prova e la sigillatura delle rotture.

La telecamera individuerà le fessurazioni e/o le perdite lungo la linea e trasmetterà le immagini alla stazione di monitoraggio nel camion.

L'unità di sigillatura sarà posizionata, con l'aiuto della camera TV, sul giunto che perde o sulla rottura, i due elementi in gomma dei "packer" verranno gonfiati per creare una camera a tenuta nel punto da sigillare; a questo punto sarà effettuata una prova a pressione ad aria ad almeno a 0.5 atm. per controllare l'effettiva entità della perdita, o per sciogliere dubbi su perdite non visibili; successivamente, nel caso di test negativo, l'operatore potrà iniettare il sigillante bi-componente.

Il sigillante sarà sotto forma di gel, riempirà i vuoti, penetrando attraverso i punti di perdita nel terreno circostante e creando un rinforzo di tenuta all'esterno della tubazione il diametro normale della tubazione non sarà modificato.

In un tempo compreso tra 30 e 40 secondi, le sostanze chimiche componenti formeranno un gel semirigido e stabile.

Il punto riparato verrà nuovamente provato a pressione e collaudato a 0.50 atm. e secondo le prescrizioni della norma DIN 4033.

Il "packer" verrà poi sgonfiato e spostato al successivo giunto o punto di rottura, per una nuova prova e per la possibile corrispondente sigillatura.

#### 67.2.2 Metodo lineare

Tale metodo si utilizzerà in presenza di lesioni localizzate di tipo strutturale e/o di tenuta, fessurazioni, chiusura allacciamenti, ingresso radici, erosioni localizzate.

La riparazione consiste nel posizionamento sul punto lesionato, localizzato con telecamera, di un "packer" espandibile, cilindrico di lunghezza variabile a seconda della lunghezza del tronchetto da posizionare. Il posizionamento avverrà grazie ad una telecamera ed al traino con argano (o a mezzo spinta con aste flessibili).

Sulla superficie del "packer" verrà posizionata una guaina costituita da un tessuto in fibre di vetro impregnato di resina reattiva a due componenti.

Con l'espansione del pallone, la guaina si adatterà alla superficie della condotta lesionata.

La regolazione della pressione di espansione permetterà la fuoriuscita di resina dal manicotto e di farla penetrare nelle fessurazioni della tubazione cementando e consolidando la superficie.

Il processo di indurimento della guaina avrà un tempo di ultimazione di 1,5-2 ore, al termine delle quali il "packer" potrà essere sgonfiato e recuperato dal pozzetto d'ispezione.

All'interno della tubazione dovrà rimanere un rivestimento liscio di minimo restringimento della sezione originaria e di elevate caratteristiche meccaniche che ripristina la continuità statica del tubo garantendo anche la tenuta idraulica.

La lunghezza consueta delle guaine sarà di 50-60 cm., per lesioni di lunghezza maggiore si utilizzeranno tronchetti messi in successione leggermente sovrapposti (5-10 cm) tra loro.

L'intera procedura dovrà essere filmata con videotape con le3 modalità espresse nel paragrafo dedicato all'ispezione televisiva.

La videocassetta sarà consegnata alla Direzione Lavori.

Il lavoro dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte e garantito secondo quanto prescritto dagli artt, 1667 e 1668 del codice civile.

## ART. N. 39 MANTELLATE DI RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE

### 39.1 Mantellate in lastre

La mantellata sarà composta di lastre cementizie che di norma avranno le dimensioni di cm 25x50, spessore 5 cm salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori, affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto, dove verrà inserita l'armatura di ferro tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale.

#### Fabbricazione delle lastre

Le lastre cementizie costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in apposito cantiere; soggette a vibro-comprensione e sformatura automatica, dovranno essere realizzate con conglomerato cementizio che presenti una R'bk non inferiore a 250 kg/cmq. Dovranno essere usati stampi metallici levigati, affinché la superficie in vista delle lastre risulti particolarmente liscia e piana e gli spigoli vivi. Le lastre dovranno essere sformate dalla macchina su tavolette supporto in legno, che portino una piccola sagoma per realizzare un "giunto aperto" anche sul quarto fianco; il "giunto aperto" per gli altri tre fianchi dovrà essere ricavato dalla macchina formatrice.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Per le prime 24-36 ore le lastre dovranno rimanere sulla propria tavoletta supporto, al coperto sotto tettoia, al riparo dagli agenti atmosferici e successivamente accatastate allo scoperto. Durante la stagionatura per 15-28 giorni, a seconda delle condizioni atmosferiche, dovranno essere abbondantemente bagnate onde rendere la presa la più graduale e lenta possibile.

L'armatura incorporata nelle lastre dovrà essere composta di barrette di ferro omogeneo, del diametro di 5 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura dei giunti stessi. L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione.

Le lastre dovranno essere sigillate l'una all'altra con malta di cemento tipo 325 dosata a 5 q/l previa bagnatura dei giunti, lisciata a cazzuola in modo tale da rendere i detti giunti pressoché innavvertibili.

Durante i primi giorni il rivestimento dovrà essere bagnato, onde permettere alla malta di fare una presa razionale, e, se occorre, dovrà essere ricoperto con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni quattro-cinque metri trasversalmente al rivestimento, in modo da interrompere la continuità dello stesso. L'armatura in ferro, costituita da tondini del tipo Fe B 32 K del diametro mm 5, in corrispondenza di tali giunti sarà interrotta. Lo spazio risultante dal giunto sarà riempito con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche e tale da aderire in maniera perfetta alle lastre cementizie.

Nella scelta del bitume si dovrà avere particolarmente cura, onde evitare che sotto l'effetto dei raggi tale materiale si liquefi colando verso il fondo del canale.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

#### 39.2 Mantellate in grigliato articolato

Saranno composte da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo vibrato che presenti una R'bk non inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup> per mc di getto finito ed opportunamente armato con tondini di acciaio Fe B 32 k del diametro minimo di mm 3. Ogni elemento avrà dimensioni di circa mq 0.25 con naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro, che consentono di ottenere una mantellata continua ed articolata in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa; lo spessore dell'elemento sarà fra i 9 e i 10 cm e di peso fra i 30 e 35 kg cadauno, in modo da ottenere una superficie di mantellate con peso di kg 120-140 per mq. Ogni elemento dovrà presentare un congruo numero di cavità a tutto spessore la cui superficie globale risulti fra il 35 ed il 40% dell'intera superficie dell'elemento stesso. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato, da utilizzarsi in quelle particolari posizioni ove siano previsti sforzi di trazione, specie in corrispondenza di cambiamento di pendenza del rivestimento. Potranno essere richiesti, inoltre, pezzi speciali per la protezione di superfici coniche.

La posa in opera sarà realizzata previa regolarizzazione delle superfici di posa e con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale.

#### ART. N. 40 RIVESTIMENTO SCARPATE CON PIETREME DA SCOGLIERA SIGILLATO

La scarpata da proteggere verrà sistemata secondo l'inclinazione indicata nei disegni di progetto e protetta mediante apporto di pietrame di adeguata pezzatura (da kg 100 a kg 500), ben sistemato ed intasato. Il materiale potrà essere trasportato dalle cave al luogo d'impiego con i mezzi che l'Impresa riterrà più opportuni; i mezzi impiegati però dovranno prestarsi all'esatta taratura e pesatura del materiale da essi trasportato come precisato al successivo articolo riguardante le norme per la contabilizzazione dei lavori.

Salvo i giorni festivi riconosciuti, l'Impresa potrà eseguire il versamento del pietrame durante il periodo diurno di orario di cantiere.

Il peso e la taratura dei mezzi dovrà essere verificato e controllato dal personale di sorveglianza della Direzione dei Lavori, nelle apposite pesche pubbliche più vicine al luogo d'impiego che saranno stabilite in concerto con la Stazione Appaltante e l'Impresa.

La sigillatura del pietrame con mastice bituminoso dovrà essere eseguita con modalità identiche nella confezione dei materassi bituminosi tipo "Reno".

#### ART. N. 41 CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE OD ARMATO

##### 41.1 Generalità

Si richiamano le seguenti norme ufficiali che dovranno, quando richiesto, essere applicate, così come le successive pubblicazioni:

- UNI 6126-72: prelevamento campioni di conglomerato cementizio in cantiere;
- UNI 6127-73: preparazione e stagionature provini in conglomerato cementizio in cantiere;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- UNI 6128-72: confezioni in laboratorio di conglomerati cementizi sperimentali;
- UNI 6129-73: preparazione e stagionatura provini di conglomerato cementizio confezionato in laboratorio;
- UNI 6130-72: forma e dimensione dei provini di calcestruzzo per prova di resistenza meccanica e relative casse-forme;
- UNI 6131-72: prelevamento di conglomerato cementizio già indurito e preparazione provini;
- UNI 6132-72: prove distruttive sui conglomerati cementizi: compressione;
- UNI 6133-72: prove distruttive sui conglomerati cementizi: flessione;
- UNI 6134-72: prove distruttive sui conglomerati cementizi: compressione su monconi;
- UNI 6135-72: prove distruttive sui conglomerati cementizi: trazione;
- UNI 6393-72: controllo in cantiere della composizione del conglomerato cementizio fresco;
- UNI 6394-68: determinazione del peso al metro cubo del conglomerato cementizio fresco e del dosaggio del cemento al metro cubo;
- UNI 6395-72: determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria nel conglomerato cementizio fresco;
- UNI 6505-73: calcestruzzo indurito - determinazione del contenuto di cemento (metodo Florentin);
- UNI 6555-73: determinazione del ritiro idraulico del conglomerato cementizio confezionato con inerti della dimensione max di 30 mm;
- UNI 6556-69: determinazione del modulo di elasticità secante a compressione;
- UNI 7163-72: calcestruzzo preconfezionato;
- UNI 9858-ENV 206
- Comité Européen du béton - Recomandations internationale pour le calcul et l'execution des ouvrages en beton Sesto congresso della FIP, Praga '70;
- I.C.I.T. / C.N.R. - Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia - n. luglio 1971;
- Legge n. 1086 del 5/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.";
- D.M. 14/2/1992 - G.U. n. 65 del 18/3/1992 - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed eventuali aggiornamenti;
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. n. 27996 del 30/10/1986.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ACI committee n. 201, "Raccomandazioni internazionali per il calcolo e per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso - 1970";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 30/10/1986 n. 27996: "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione di opere in c.a.n. e c.a.p. e per le strutture metalliche";
- D.M. del 03/10/1978 e agg. 12/02/1982: "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 24/05/1982 n. 22631: "Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483: "Istruzioni relative al D.M. 11/03/1988";
- Legge 02/02/1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 24/1/1986 - G.U. 12/05/1986 n. 108 - "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 19/07/1986 n. 27690: "D.M. 24/01/86 - Istruzioni relative alla normativa tecnica per le costruzioni sismiche";
- D.M. del 20/10/1987: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in murature e per il loro consolidamento";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 04/01/1989 n. 30787: "D.M. 20/10/1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in murature e per il loro consolidamento";
- D.M. 3/12/1987 - G.U. n. 106 del 7/5/1988: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricati";
- CIRCOLARE DEL MIN. LL.PP. 16/03/1989 n. 31104: "D.M. 03/12/1987 - Istruzioni relative alla normativa tecnica per le costruzioni prefabbricate".

La qualità dei materiali deve corrispondere a quella descritta nella normativa su riportata.

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

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

L'Appaltatore deve, con sufficiente anticipo sull'inizio dei getti, effettuare le indagini necessarie a definire in dettaglio la provenienza e le caratteristiche dei materiali da impiegare, nonché la composizione dei calcestruzzi delle cui classi è previsto l'impiego.

A conclusione delle predette indagini l'Appaltatore deve presentare alla Direzione Lavori un'apposita relazione, dando dimostrazione:

- 1) che i materiali proposti sono ottenibili in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile;
- 2) che sulla base di impasti in laboratorio e suffragati da getti di prova in cantiere, con i materiali e le composizioni proposti è possibile ottenere calcestruzzi che rispettino i requisiti contrattuali di qualità;
- 3) che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni d'impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la Direzione Lavori potrà prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prova di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori.

Resta facoltà della Direzione Lavori di limitare le prove di cui sopra solo a quelle relative ai getti di prova effettuati in cantiere. In ogni caso solo dopo aver espletato positivamente tutto quanto sopra l'Appaltatore potrà ottenere dalla Direzione Lavori l'autorizzazione a dare inizio ai getti: tale autorizzazione, comunque, non diminuisce le responsabilità dell'Appaltatore che è, e resta, in ogni tempo, l'unico responsabile dell'ottenimento delle prescritte qualità del calcestruzzo. In qualunque momento una di esse cessi di essere ottenuta, la Direzione Lavori può disporre la sospensione dei getti e la ripetizione delle prove, in danno dell'Appaltatore, e prescrivere che quest'ultimo apporti, a tutte le sue spese, le necessarie correzioni, ivi compreso l'aumento del dosaggio del cemento.

L'Appaltatore è tenuto, in tempo utile prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, a sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) lo studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- c) il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, la composizione granulometrica degli aggregati, il tipo ed il dosaggio degli additivi, il valore previsto della consistenza misurata col cono di Abrams;
- d) le caratteristiche dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).
- g) calcoli di stabilità delle opere in cemento armato.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver esaminato i risultati delle prove preliminari, e dopo aver riscontrato l'esito favorevole riguardo a tutti i requisiti del progetto e del Capitolato.

Dette prove saranno eseguite su campioni confezionati, in conformità a quanto proposto dell'Appaltatore ai punti a), b), c) e d). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi a prove sui campioni e alla loro confezione saranno a carico dell'Appaltatore.

In particolare per le opere in elevazione di progetto al fine di garantirne la durabilità, si adotterà un calcestruzzo a RESISTENZA CARATTERISTICA NON INFERIORE A  $R_{bK} = 300 \text{ kg/cm}^2$ , mentre per le strutture che dovranno garantire una perfetta tenuta idraulica (vasche, serbatoi, ecc.) si adotterà in calcestruzzo a resistenza caratteristica non superiore a  $R_{bK} 250 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 41.2 Prescrizioni tecniche

Per l'esecuzione dei conglomerati cementizi, l'Impresa sarà tenuta alla osservanza delle seguenti norme e prescrizioni che integrano quelle contenute nel DD.LL n. 1086 del 5/11/1971 e relative norme tecniche citate nel presente Capitolato.

##### Composizione del conglomerato cementizio

###### *Inerti*

Le caratteristiche e la granulometria degli inerti debbono essere preventivamente studiate.

Gli inerti debbono essere privi di sostanze dannose ai fini della presa e dell'indurimento, ed essere conformi alle norme tecniche allegate al DD.LL n. 1086 del 5/11/1971 e dei Decreti Ministeriali in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

Le miscele degli inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompa-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

bilità, aria inglobata ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flange, viscosità, durabilità).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibile con altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) del calcestruzzo.

Gli inerti debbono essere suddivisi in più classi, di cui la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 4,76 mm di luce.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e granaglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati, la cui larghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le singole classi non dovranno contenere sottoclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle classi inferiori) in misura superiore al 15%, e sopraclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle classi superiori), in misura superiore al 10% della classe stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa raggiungere ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

In ogni caso il diametro massimo degli inerti dovrà essere di 25 mm.

#### *Legante*

Debbono impiegarsi esclusivamente leganti idraulici, definiti come cementi, rispondenti ai requisiti di accettazione delle disposizioni vigenti in materia. L. 26/5/1965 n. 595; D.M. 14/1/1966 e fra cui D.M. 3/6/1968 (G.U. n. 180), oltre a quelli in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

Il dosaggio, la classe e il tipo del cemento, debbono essere idonei a soddisfare le esigenze tecniche dell'opera.

Il cemento sarà in genere del tipo Portland normale o ad alta resistenza per le strutture ordinarie e pozzolanico o d'altoforno tipo 325 per le strutture a perfetta tenuta idraulica. Per le opere di progetto esposte al contatto delle acque, sia potabili che luride, si dovrà adottare esclusivamente cemento pozzolanico o d'alto forno. La Direzione dei Lavori di riserva la facoltà di prescrivere all'Appaltatore il tipo di cemento da adottare.

L'Appaltatore dovrà preoccuparsi di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura; esso dovrà inoltre far controllare, anche senza la richiesta della Direzione Lavori, le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento, presso un Laboratorio Ufficiale per prova di materiali e trasmettere alla Direzione Lavori copia di tutti i certificati delle prove. E' facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovute ad una causa qualsiasi.

Il contenuto in cemento del calcestruzzo utilizzato nella costruzione delle opere permanenti previste dal Progetto sarà in generale non inferiore a  $300 \text{ kg/m}^3$ .

#### *Additivi*

Gli additivi per migliorare le caratteristiche del calcestruzzo debbono essere impiegati secondo le prescrizioni del produttore.

Sarà cura dell'Appaltatore ricercare un produttore in grado di esibire risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi e prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; deve essere inoltre garantita la qualità e la costanza di caratteristiche del prodotto stesso.

Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati, specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei problemi tecnici connessi con l'esecuzione dell'opera.

La Direzione dei Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Appaltatore potranno o no essere usati. Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrano la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

In particolare dovranno utilizzarsi additivi tali da ottenere le seguenti proprietà del calcestruzzo:

- aria micro occlusa: il calcestruzzo di tutte le strutture dovrà contenere il 4% +/- 1% in volume di aria micro occlusa, facendo uso di apposito additivo aerante, per il quale l'Appaltatore non potrà chiedere compenso alcuno oltre ai prezzi stabiliti nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

- lavorabilità: dovrà essere garantito un valore dell'abbassamento al cono di Abrams (slump test) di almeno 15 cm al fine da garantire un corretto e completo riempimento della casseforme senza segregazione; a tale scopo, dovrà essere dosato un opportuno additivo fluidificante o superfluidificante, per il quale l'Appaltatore non potrà chiedere compenso alcuno oltre a quanto stabilito nei prezzi di Elenco.

**Acqua**

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua priva di oli, sali, alcoli, limi, materie organiche e altre sostanze dannose, secondo il giudizio della Direzione Lavori.

In ogni caso la torbidità non dovrà superare le 2.000 p.p.m., il tenore di carbonati e bicarbonati le 1.000 p.p.m., il tenore dei solfati le 2.000 p.p.m. come SO<sub>4</sub>, il pH non dovrà essere maggiore di 6.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

In ogni caso, nelle opere di progetto esposte al contatto con l'acqua, il rapporto acqua/cemento non potrà essere superiore a 0,50.

L'acqua di impasto sarà potabile e dovrà avere le ulteriori caratteristiche contenute nella tabella seguente.

CARATTERISTICA	PROVA	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'	CADENZA DELLA PROVA
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl - < 300 mg/litro	a richiesta della DD.LL.
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	< 2000 mg/litro	a richiesta della DD.LL.
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	< 1000 mg/litro	a richiesta della DD.LL.
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimico-fisica	< 2 g/litro	a richiesta della DD.LL.

Prove atte a verificare che l'acqua impiegata sia conforme a quanto prescritto potranno essere ordinate dall'Ente appaltante e/o dalla DD.L.L. e saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

**Contenuto di cloruri - copriferro**

Il contenuto dei cloruri nel calcestruzzo dovrà essere il più possibile limitato, in considerazione della durabilità del calcestruzzo esposto in ambiente moderatamente aggressivo, pur se rivestito da resine epossidiche quando esposto al liquame. In particolare si riporta la seguente tabella tratta dal COMITATO ACI 201 relativa al contenuto di cloruro (espresso rispetto al peso del cemento) consentito nel calcestruzzo;

1. Calcestruzzi armati precompressi	0,06%
2. Calcestruzzi armati in ambienti umidi, ma non esposti ai cloruri dell'ambiente	0,10%
3. Calcestruzzi armati in ambienti umidi, ma non esposti ai cloruri dell'ambiente (incluse zone dove il calcestruzzo può essere occasionalmente bagnato)	0,15%
4. Calcestruzzi armati in ambienti asciutti	Nessun limite

Le percentuali sopra riportate dovranno perciò condizionare il contenuto di cloruro dei vari componenti dell'impasto. Inoltre, per la protezione delle armature dall'attacco dei cloruri ambientali, il minimo copriferro nelle opere a contatto con l'acqua sarà di 35 mm.

**Impianto inerti**

L'Appaltatore deve, di norma, rifornirsi presso un moderno impianto meccanico di lavorazione degli inerti per la migliore esecuzione di frantumazione, vagliatura, lavaggio, classificazione, deposito, recupero, invio all'impianto di betonaggio ed eventuale rivagliatura finale dell'inerte grosso. L'impianto deve essere tale da assicurare, con largo margine, il rispetto del programma cronologico.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

A meno di diversa prescrizione della Direzione Lavori gli inerti devono venire suddivisi in almeno tre classi granulometriche.

L'Appaltatore deve avere a disposizione installazioni tali che sia possibile variare, in corso di esecuzione, la proporzione nel calcestruzzo di ogni classe di inerti a largo margine. Deve essere garantita ogni cautela durante le necessarie operazioni di deposito, trasporto, magazzinaggio degli inerti, onde evitare la segregazione, la rottura degli elementi e la contaminazione con sostanze estranee.

Se, ciò nonostante, risultasse un'eccessiva disgregazione degli inerti, può venire prescritta dalla Direzione dei Lavori, senza variazione delle condizioni contrattuali, una vagliatura finale con lavaggio dell'aggregato grosso, da effettuarsi subito prima dell'ingresso all'impianto di betonaggio.

Gli inerti non devono venire trasportati direttamente dall'impianto di produzione a quello di betonaggio ma devono venire depositati in modo da rendere uniforme al loro contenuto d'acqua.

Gli inerti fini devono, in particolare, essere tenuti in deposito o silo per una durata di almeno 48 ore precedenti il loro uso in modo da permettere il drenaggio dell'acqua in eccesso e la distribuzione uniforme dell'umidità.

#### Impianto di betonaggio

L'Appaltatore deve, di norma, servirsi di un moderno impianto meccanico di betonaggio proprio o di terzi (preconfezionato) atto a produrre calcestruzzo delle classi prescritte ed in quantità sufficiente, con largo margine, a rispetto del programma cronologico di esecuzione.

A meno di deroga ammessa dalla Direzione Lavori, l'impianto deve permettere di dosare a peso tutti i materiali solidi. Esso deve essere predisposto in modo da consentire rapide variazioni nelle proporzioni dei componenti.

I dispositivi di misura devono essere collaudati periodicamente.

Resta in facoltà della Direzione dei Lavori di autorizzare l'uso delle autobetoniere per la confezione e/o il trasporto dei conglomerati.

I silos del cemento debbono essere progettati in modo da impedire il contatto tra il cemento insilato e l'umidità atmosferica.

L'impianto deve poter dosare i componenti con le seguenti tolleranze:

- 5% per ciascuna classe di inerti;
- 1% per il cemento e l'acqua.

La durata del mescolamento deve essere preventivamente provata dalla Direzione Lavori. La dosatura dell'acqua può essere fatta a peso o a volume e deve, in ogni caso, consentire la variazione del quantitativo dell'acqua d'impasto in relazione alla maggiore o minore umidità superficiale dei materiali inerti, onde assicurare la costanza del rapporto acqua/cemento e/o dell'indice di lavorabilità. La determinazione dell'umidità superficiale degli inerti deve essere effettuata con opportuni metodi, ogni qualvolta sia sospettabile una sua variazione, conseguente ad eventi meteorologici e ad altre ragioni. E' tassativamente vietata ogni aggiunta di acqua al calcestruzzo in qualunque tempo dopo la sua uscita dalla betoniera.

#### Confezione degli impasti

Gli impasti devono essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli aggregati della pesata senza debordare. Il tempo di mescolamento deve essere tale da produrre un conglomerato omogeneo, rispondente ai requisiti della prova di uniformità di cui al successivo paragrafo i).

#### Trasporto e posa in opera degli impasti

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di betonaggio al luogo dell'impiego, deve essere effettuato con mezzi atti a non alterare le caratteristiche dell'impasto e impedire la segregazione dei componenti e la perdita del materiale. Sono ammesse le autobetoniere che, se funzionanti come semplici agitatori, non dovranno avere un carico superiore all'8% del volume netto del tamburo, con benne a scarico di fondo e le benne a valve. Non sono ammessi i dumpers o gli autocarri a rimorchio ribaltabili, né gli scivoli. Il tempo intercorrente tra il confezionamento ed il getto dovrà essere di massima inferiore a 45 minuti, specie in clima caldo, salvo che non siano usati additivi fluidificanti e ritardanti, in ogni caso non deve essere tale da causare una diminuzione di consistenza superiore di cm 5 alla prova del cono di cui al punto i).

E' assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico dalla betoniera.

Prima della posa in opera si dovrà controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti previamente concordati, per ciascun getto (prova del cono) l'impasto sarà scartato o se possibile corretto previa autorizzazione della Direzione Lavori.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga con autobetoniera sarà facoltà della Direzione Lavori all'atto dello scarico esigere il controllo dell'omogeneità dell'impasto con la prova dell'uniformità (punto i).

Se all'atto dello scarico dell'autobetoniera si dovesse constatare una consistenza sensibilmente inferiore a quella richiesta, si potrà aggiungere, a giudizio della Direzione Lavori, la quantità di acqua necessaria, purché si provveda, a velocità normale, ad un ulteriore mescolamento corrispondente ad almeno 30 giri della betoniera. Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di consistenza, dall'impianto al luogo dello scarico, supererà i 5 cm alla prova del cono.

Posa in opera del conglomerato cementizio

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto deve avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitarne la segregazione. E' prescritto a questo scopo che il conglomerato cada verticalmente al centro della cassaforma e venga steso in strati orizzontali dello spessore di 25 cm, salvo che per i getti di fondazione per i quali gli strati potranno essere di 40 cm.

Lo scarico dovrà essere effettuato nella posizione definitiva da una altezza non superiore a 1.5 m sullo strato precedente, mediante:

- . autobetoniera;
- . benna a scarico di fondo od a valve;
- . pompa;
- . nastri trasportatori.

L'uso dei nastri e della pompa, ed i tipi usati, dovranno essere preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori anche in relazione al confezionamento e controllo degli impasti di prova.

Per il trasporto e la posa del conglomerato non dovranno essere usate tubazioni di alluminio.

La vibrazione deve avvenire immergendo il vibratore verticalmente in punti distanti fra loro da 40 a 80 cm, ritirandolo lentamente a vibrazione ultimata, in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e di stenderlo con l'impiego del vibratore.

Se si constatasse che la vibrazione produce separazione del conglomerato, lo slum dello stesso deve essere convenientemente ridotto. Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo trascorso fra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non deve superare le tre ore virtuali, a meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante.

Nel caso in cui l'interruzione superi le tre ore virtuali e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si deve stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia con cemento) dello spessore di cm 1 - 2 con un dosaggio di cemento di almeno kg 600 per mc.

Nel caso l'interruzione superi le otto ore virtuali si deve lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione almeno a 5 Atm., in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere come al paragrafo precedente. Se il conglomerato deve avere caratteristiche di impermeabilità, sulla superficie deve essere steso, prima del getto di apporto, uno strato di malta speciale le cui caratteristiche dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori. Lo stesso trattamento è prescritto se la ripresa dei getti avverrà dopo qualche giorno e non sia più possibile un perfetto ravvivamento della superficie di ripresa.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi o ne pregiudichi il pronto consolidamento. L'onere di tale accorgimento è a carico dell'Impresa.

Si intende per "tempo virtuale", il tempo riferito alla temperatura media ambientale di 20 gradi centigradi, calcolato a mezzo della seguente formula:

$$tv = te \frac{30}{ta+10}$$

ove:

tv = tempo virtuale in ore

te = tempo effettivo in ore

ta = temperatura media ambientale in gradi centigradi.

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

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo 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.

Qualora dopo il disarmo si abbiano legature metalliche sporgenti dai getti, queste dovranno essere tagliate alla profondità di almeno 1 cm sotto la superficie finita ed il foro deve essere opportunamente sigillato con malta di cemento.

Lo strato di conglomerato cementizio per sottofondi, previsto sul fondo di scavi destinati ad accogliere strutture in conglomerato cementizio, deve avere spessore non inferiore a 0.10 m, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori o di progetto. La posa in opera del conglomerato cementizio deve essere effettuata all'asciutto.

Nel caso in cui sia concesso che la posa in opera venga effettuata in acqua, devono essere adottati gli accorgimenti necessari per impedire il dilavamento del conglomerato e l'alterazione delle sue caratteristiche.

Per i getti di platee con tolleranze rigorose (piane o inclinate), al fine di consentire il perfetto funzionamento dei macchinari, su indicazione della Direzione Lavori, dovranno essere osservate le seguenti modalità:

- riporto delle quote della platea finita per mezzo di modine inamovibili, controllate con lo strumento, distribuite in più punti, in modo che sia sempre agevole il controllo delle quote durante il getto; costituzione di eventuali linee di riferimento materializzate con assi di legno perfettamente rettilinee disposte al di fuori dell'area del getto;
- getto della platea con le modalità consuete;
- dopo la vibratura e prima che abbiano inizio consistenti fenomeni di presa, spolvero di cemento in polvere sulla superficie, rettificazione superficiale e lisciatura per mezzo di staggia meccanica o staggia metallica lunga, adoperata in modo da realizzare alla perfezione la forma di progetto, con il rispetto delle quote previste.

#### Stagionatura del conglomerato cementizio

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

Prima del disarmo delle casseforme, tutte le superfici non protette del conglomerato debbono essere mantenute umide con continua bagnatura o con altri idonei accorgimenti, per almeno sette giorni. Il sistema di umidificazione proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il disarmo delle casseforme delle superfici laterali dei getti deve avvenire quando il conglomerato abbia raggiunto una resistenza di almeno 40 kg/cmq.

Il disarmo delle strutture di sostegno dei getti potrà essere effettuato quando si siano sicuramente raggiunte le resistenze prescritte dal Progettista o Direttore dei Lavori. In assenza di specifici accertamenti, attenersi a quanto stabilito dalle Norme tecniche allegatae al Decreto Legge n. 1086 e dei Decreti Ministeriali in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

Subito dopo il disarmo, si dovrà provvedere alla bagnatura delle superfici, in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino ad almeno sette giorni dal getto.

Le operazioni di bagnatura delle superfici dei getti di cui ai paragrafi precedenti possono essere sostituite dall'impiego di vernici protettive antievaporanti preventivamente approvate dalla DD.LL.

Questo ultimo provvedimento dovrà essere adottato se si constaterà che la bagnatura provochi affioramento di efflorescenze alla superficie dei getti.

L'uso di additivi sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi a tale titolo.

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

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

Nei periodi invernali si deve particolarmente curare che non si formino blocchi di materiale agglomerato con ghiaccio negli inerti, e particolarmente nella sabbia. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni, che potranno comprendere il riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.

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

Nei periodi freddi è consigliabile l'aggiunta di acceleranti invernali (impropriamente chiamati antigelo) ed eventualmente di un additivo aerante, in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 - 5%.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

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 40 kg/cmq). 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 gradi centigradi.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature inferiori di zero gradi centigradi salvo il ricorso ad opportune cautele.

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 gradi centigradi. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che la 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 gradi centigradi, 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 (perdita di consistenza e quindi maggior bisogno di acqua di impasto; acceleramento della presa).

Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura deve essere posta nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si usino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni debbono essere protette dal sovrariscaldamento.

Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. Con temperatura ambiente particolarmente elevata, la Direzione Lavori potrà vietare l'aggiunta d'acqua prevista al punto d).

La stagionatura dei conglomerati deve essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. In luogo delle bagnature, le superfici dei getti possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti, tenuto conto di quanto disposto al punto d).

Qualità del conglomerato cementizio fresco

Il conglomerato fresco deve essere frequentemente controllato ed in ogni caso ogni qualvolta lo richieda la DD.LL come consistenza, omogeneità, resa volumetrica, contenuto d'aria e, quando prescritto, come rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza consisterà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams, eseguita secondo le norme vigenti. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 18 cm. Per abbassamenti inferiori ai 2 cm, si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare ed ogni qualvolta lo richieda la Direzione dei Lavori quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni, non dovrà differire più del 10%. Lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

La prova di resa volumetrica dell'impasto, verrà eseguita attraverso la misura del peso di volume del conglomerato, eseguita con il metodo UNI 6394-68, e il controllo del peso totale dell'impasto. La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante; essa deve essere eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere ovviamente computato sommando, all'acqua aggiunta all'impasto, l'umidità superficiale degli inerti.

Qualità del conglomerato cementizio indurito

La classe del conglomerato viene definita come "resistenza caratteristica" ad una stagionatura specificata. La resistenza caratteristica deve essere calcolata con il metodo indicato nelle norme tecniche, di cui all'art. 21 del Decreto Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971 e dei Decreti Ministeriali in vigore al momento della esecuzione dei lavori. Trattandosi di un metodo di calcolo statistico, la resistenza caratteristica dovrà essere determinata con un numero di prelievi ciascuno di 4 provini, non inferiore a 30. Solo in casi particolari potrà essere consentita una stima con meno di 30 prelievi, fino ad un minimo di 10 prelievi.

Per il prelevamento dei campioni, le dimensioni e la stagionatura dei provini e le prove, si debbono seguire le norme UNI vigenti ed in particolare le n. 6126-67; 6127-67; 6130-67; 6132-67.

Per il controllo della qualità del conglomerato preconfezionato, il conglomerato deve essere prelevato all'atto dello scarico della betoniera.

La qualità del conglomerato potrà essere richiesta, oltre che come resistenza caratteristica, anche come permeabilità massima, ritiro massimo, fluage massimo, modulo elastico, resistenza ai cicli di gelo e disgelo, resistenza ad agenti ag-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

gressivi, basso sviluppo di calore, resistenza all'abrasione, ecc. Per particolari strutture si potrà inoltre prescrivere il valore massimo ammissibile per lo scarto quadratico medio delle resistenze.

La resistenza caratteristica richiesta, non deve essere ottenuta con dosaggi di cemento troppo elevati, che potrebbero dar luogo a valori di ritiro inaccettabili. Inoltre lo scarto quadratico medio delle resistenze deve essere il più basso possibile.

I cementi di maggior resistenza (tipo 400 e 500), debbono essere impiegati quando non sia possibile raggiungere la resistenza prescritta con un cemento 300, o quando le esigenze di lavoro richiedano la riduzione dei tempi di disarmo. I cementi di tipo speciale (ad es. ferrici o ferrici-pozzolatici), debbono essere impiegati quando siano richieste resistenze ad agenti aggressivi oppure valori di ritiro particolarmente bassi, sviluppo di calore non superiore ad un certo limite, ecc.

Non è permesso mescolare fra loro cementi di diverso tipo e provenienza: per ciascuna struttura si deve impiegare un unico tipo di cemento.

Per migliorare la qualità del conglomerato, potranno essere usati particolari additivi di provata efficacia, e rispondenti alle norme UNICEMENTO o di altre organizzazioni di vasta rinomanza (ASTM, DIN, ecc.).

Il controllo di qualità del conglomerato indurito potrà essere eseguito ai fini orientativi anche direttamente sulle strutture, con lo sclerometro, gli ultrasuoni o il prelievo di carote da sottoporre alle prove volute. In particolare i dati sclerometrici saranno ritenuti sufficienti per stabilire i tempi di cassatura e di disarmo.

Le prove con lo sclerometro dovranno seguire le seguenti avvertenze:

- a) la zona da provare, indicata dalla Direzione Lavori, dovrà essere pulita accuratamente con apposita mola abrasiva, per un'area compresa tra 0.5 e 0.1 m<sup>2</sup>;
- b) su di essa si eseguiranno 10 percussioni con lo sclerometro, annotandone i valori ed eseguendone la media aritmetica;
- c) si scarteranno i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dell'escursione totale dello sclerometro;
- d) tra i valori non scartati si dedurrà la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del conglomerato cementizio;
- e) lo sclerometro sarà tarato su provini cubici sottoposti a leggero serraggio nella pressa, che saranno poi sottoposti a prove distruttive;
- f) le prove sclerometriche non saranno considerate sufficienti nei casi in cui i loro risultati dessero valori superiori a quelli delle prove prescritte.

I conglomerati cementizi, che ai vari controlli (distruttivi su provini, sclerometrici su strutture, distruttivi su campioni estratti) dimostrassero di avere resistenze inferiori a quelle prescritte o che non rispondessero agli altri requisiti elencati nel presente Capitolato, saranno rifiutati, ovvero si procederà secondo quanto previsto al par. 5.3 del D.M. 27/07/85. Nel caso in cui fossero riscontrate forti differenze fra i risultati dei provini prelevati in fase di getto e quelli sclerometrici e dei provini estratti dalle strutture già realizzate, saranno ritenuti validi solo i risultati di questi ultimi due.

L'Appaltatore è tenuto, dietro ordine della Direzione Lavori, a demolire e ricostruire senza compenso alcuno, con conglomerati cementizi idonei, le opere o le parti di opere i cui campioni non avessero risposto ai requisiti ed alle resistenze prescritte.

E' inoltre tenuto ad effettuare le seguenti prove particolari su richiesta della DD.LL.:

*Determinazione del coefficiente di permeabilità*

Verranno usati cubetti di calcestruzzo da 15 a 30 cm di lato.

I cubetti verranno disposti in un contenitore a pressione con la superficie di getto in alto nella quale va messa a nudo la tessitura del calcestruzzo asportando l'eventuale boiaccia superficiale; verranno quindi poggiati su una lastra di metallo (spaziatore) recante un foro circolare, o su un qualunque altro supporto metallico che lasci libera di essere attraversata dall'acqua gran parte della superficie del provino.

Tutt'intorno ai cubetti verrà colato bitume (50-55 °C) e sopra i cubetti verrà posta l'acqua.

In base allo schema di fig. 1 verrà applicata una pressione di 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 25, 30 ed eccezionalmente anche 40 e 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Verrà misurata la quantità d'acqua percolata all'incirca e ogni 24 ore. Il coefficiente di permeabilità K (cm/sec) è dato dalla seguente formula:

$$K = (q \cdot x) / A \cdot t \cdot p$$

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

in cui  $q$  è la quantità (Kg) di acqua percolata,  $x$  è l'altezza del cubetto (cm),  $A$  è l'area del foro dello spaziatore o più generalmente l'area della superficie del provino che può essere attraversata dall'acqua ( $cm^2$ ),  $t$  è il tempo di percolamento (sec.),  $p$  è il gradiente di pressione espresso in cm di acqua ( $1 atm = 10.000$  cm di colonna d'acqua).

*Prova di omogeneità del calcestruzzo*

L'omogeneità del calcestruzzo sarà valutata vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

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 3 cm.

Rispondenza delle strutture ai progetti

Prima dell'inizio dei getti, l'Appaltatore deve richiedere alla DD.LL. la verifica del dimensionamento dei casseri, della posizione dei ferri di armatura, della posizione dei giunti, e la loro corrispondenza alle caratteristiche indicate nel progetto; la posa deve essere eseguita con ogni cura a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire ed in maniera che i getti abbiano a risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi approvati ed alle prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Si deve aver cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo verifica degli scavi e delle casseforme da parte della Direzione dei Lavori. Il calcestruzzo deve essere posto in opera ed assestato con ogni cura ed in modo che le superfici esterne si presentino lisce, uniformi e continue, senza sbavature, incavi o irregolarità di sorta. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

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

La Direzione Lavori verificherà inoltre lo stato della superficie delle casseforme, che debbono comunque presentare superfici regolari e senza incrostazioni. Le varie parti della cassetta debbono essere a perfetto contatto, per impedire la fuoriuscita di boiaccia durante la vibrazione del conglomerato.

La Direzione Lavori controllerà che il disarmo impiegato non sia tale da macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

Nel caso di getti contro terreni, rocce, ecc. si verificherà che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante ecc., siano eseguiti in conformità alle disposizioni del progetto e del Capitolato.

Calcestruzzi a faccia vista

quando il calcestruzzo è definito "a faccia vista", la superficie esterna dei getti deve essere perfettamente regolare e uniforme di aspetto e di colore, priva di sbavature, porosità e difetti, eventualmente con l'adozione di appropriate composizioni e lavorazioni del conglomerato e di idonei trattamenti delle superfici delle casseforme.

Per i calcestruzzi da lasciare a vista può essere richiesta:

- una superficie riprodotte l'impronta del legname, mediante l'impiego di tavole della stessa essenza a fili vivi e paralleli e dimensioni omogenee, in grado di riprodurre in modo netto ed uniforme la loro impronta;
- una superficie perfettamente liscia mediante l'impiego di casseforme metalliche o non, a superficie continua, senza giunti o con giunti stuccati.

Conglomerato cementizio per copertine, cantonali e pezzi speciali

Per l'esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc. Verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato con appositi vibratori, un conglomerato dosato a Kg. 300 di cemento per ogni mc. di calcestruzzo in opera.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opere in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm. 20.

La costruzione delle armature e casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola d'arte, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Intonaci ed applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie. Le facce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedano.

Le applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo saranno eseguite dall'Impresa sulla base delle indicazioni che verranno fornite dalla Direzione dei Lavori.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire dettagliate specifiche tecniche dei materiali che intende applicare.

Classificazione dei conglomerati

Con riguardo alla classificazione, i conglomerati verranno divisi in due categorie:

a) Conglomerati a resistenza garantita (CR), per i quali l'Appaltatore dovrà garantire la resistenza caratteristica (Rck), la consistenza, la categoria degli inerti ed il tipo e la classe del cemento.

b) Conglomerati a dosaggio (CD), per i quali l'Appaltatore dovrà garantire il dosaggio dei cementi in Kg/mc, la consistenza od il rapporto acqua-cemento (A/C), la categoria degli inerti ed il relativo fuso granulometrico, il tipo e classe del cemento.

La resistenza caratteristica del cemento verrà determinata con le modalità previste dal D.M. 14 febbraio 1992. Anche per i calcestruzzi a resistenza garantita sarà prescritto comunque un dosaggio minimo di cemento. Tale dosaggio, rapportato alla classe del conglomerato, sarà non inferiore ai valori riportati nella sottostante tabella.

Classe di consistenza	Slump (cm)	Denominazione corrente
S1	da 1 a 4	umida
S2	da 5 a 9	plastica
S3	da 10 a 15	semifluida
S4	da 16 a 20	fluida
S5	>21	superfluida

Resistenza Caratteristica	Dosaggio minimo di cemento
Rck < 150	225 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 200	250 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 250	275 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 300	300 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 400	325 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 500	350 Kg/m <sup>3</sup>
Rck < 550	375 Kg/m <sup>3</sup>
Valori validi per granulometrie fino a D 30	

Classi di resistenza del calcestruzzo richieste	Classi del cemento impiegato	Rapporto a/c
C 12/15	CE 32.5	0.75
C 12/15	CE 42.5	0.80
C 16/20	CE 32.5	0.70
C 16/20	CE 42.5	0.75
C 20/25	CE 32.5	0.65
C 20/25	CE 42.5	0.70
C 25/30	CE 32.5	0.60
C 25/30	CE 42.5	0.65
C 30/37	CE 32.5	0.55
C 30/37	CE 42.5	0.60
C 35/45	CE 32.5	0.50
C 35/45	CE 42.5	0.55



**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

32 mm			4	4		4			
16 mm			5	5		5			
8 mm			6	6		6			
Aggregati resistenti al gelo			si	si		si			
Calcestruzzo impermeabile			si	si	si	si	si	si	si
Tipi di cemento per calcestruzzo normale e armato secondo ENV 197						resistente ai solfati se il contenuto dei solfati e' >500 mg/kg in acqua >3000 mg/kg nel terreno			
Copriferro minimo (mm) (c.a.)	15	20	25	40	40	40	25	30	40
secondo l'Eurocodice 2 (c.a.p.)	25	30	35	50	50	50	35	40	50

Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Sia nei tipi normali che strutturali potranno essere realizzati con pomice granulare, con vermiculite espansa, con argilla espansa o con altri materiali idonei eventualmente prescritti.

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sara' di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risultera' opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sara' invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilita' termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovra' essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare. All'impasto dovranno essere aggiunti degli additivi tensio-attivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e cio' al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico piu' alto.

Calcestruzzo cellulare

Il calcestruzzo cellulare sara' ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantita' di bollicine di aria, di piccolissime dimensioni, uniformemente distribuite nella stessa. L'effetto sara' realizzato aggiungendo alla malta, preparata in betoniera, uno speciale schiumogeno, prodotto al momento dell'impiego con speciali aeratori, oppure ricorrendo a speciali apparecchiature automatiche di preparazione e distribuzione.

Il rapporto tra i componenti, (sabbia, cemento, acqua e schiumogeno) sara' prescritto nel Prezzo unitario di elenco offerto dall'Appaltatore o stabilito dalla Direzione in funzione delle caratteristiche richieste. In linea di massima comunque verranno adottate densita' di 1200/1400 kg/mc per manufatti di grandi dimensioni e per i quali si richiedera' una grande resistenza strutturale unitamente ad un buon isolamento termo-acustico; densita' di 700/1000 kg/mc per pannellature di piccole e medie dimensioni ed infine densita' di 300/600 kg/mc, ottenute anche con l'impiego di solo cemento, con funzione termo-acustica, per massetti di terrazze, sottofondi di pavimenti e riempimento di intercapedini.

Calcestruzzo preconfezionato

Dovra' corrispondere, oltre che alle prescrizioni nel Prezzo unitario di elenco offerto dall'Appaltatore od a quelle impartite dalla Direzione, alla normativa generale UNI 9858 che ne precisa la deficienza, le condizioni di fabbricazione e di trasporto, fissa le caratteristiche delle materie prime, stabilisce le caratteristiche del prodotto che dovranno essere garantite ed infine indica le prove atte a verificarne la conformita'.

Opere in cemento armato precompresso

Oltre a richiamare quanto e' stato prescritto per i normali conglomerati armati, si precisa che per le opere in argomento si dovranno rispettare le "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso" di cui alla parte I del D.M. 14 febbraio 1992 con le eventuali successive modifiche ed integrazioni biennali ai sensi dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

**ART. N. 42 CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE**

Per tali opere provvisorie, l'Impresa puo' adottare il sistema che ritiene piu' idoneo o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilita' e di sicurezza, compreso il disarmo e la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme di legge e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Le casseforme devono avere le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Le casseforme ed i relativi sostegni devono essere sufficientemente compatti e robusti per resistere, senza deformazioni apprezzabili, ai carichi che devono sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo. La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere che una delle pareti dei casseri venga costruita a tratti sovrapposti seguendo in altezza il getto.

Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi devono essere tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori devono essere colmati al disarmo con una pastiglia di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante.

E' vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua.

La superficie dei casseri deve essere ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e, ove richiesto, perfettamente liscia.

#### **ART. N. 43 PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50.8 (pollici 2). Il raggio della curva intera della gola dovrà essere almeno di mm 28.6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0.61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G8 (Norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1.50 a m 6.40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassante con luce variabile da m 1.80 a m 6.50; ad arco con luce variabile da m 1.80 a m 9.00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2.20 a m 7.00.

Peraltro, in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1.75 e 2.50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0.61 come avanti detto.

Infine la coppia dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm. Il rientro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pastelli meccanici, o con pastelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipati dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano.

Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in murature in conformità dei tipi adottati. Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e D.M. 16 giugno 1976 e 26/3/1980.

#### **ART. N. 44 ACCIAIO PER C.A.**

##### **44.1 Generalità**

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e D.M. 16 giugno 1976 e 26/3/1980.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 16/6/1976 e 26/3/1980 sopracitati.

##### **44.2 Acciai per barre tonde lisce - Fe B 22 K e Fe B 32 K**

Ogni partita di barre tonde lisce sarà sottoposta a controllo in cantiere.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della DD.LL ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La DD.LL darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 16/6/1976 sopracitato.

#### 44.3 Acciai per barre ad aderenza migliorata Fe B 38K e Fe B 44K

##### 1) Barre non controllate in stabilimento:

Si procederà al controllo in cantiere con le stesse modalità, oneri e prescrizioni di cui al precedente punto a).

##### 2) Barre controllate in stabilimento:

E' facoltà della DD.LL sottoporre a controllo in cantiere anche le barre controllate in stabilimento.

Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della DD.LL ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La DD.LL darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 16/6/1976 sopracitato.

#### 44.4 Acciai per c.a.p.: fili, barre, trecce, trefoli

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

Durante l'allestimento dei cavi gli acciai non dovranno essere piegati; i fili di acciaio dovranno essere del tipo auto-raddrizzante.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzate con nastro adesivo ad intervalli di cm 70. Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di mm 6, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

Le filettature delle barre dovranno essere protette fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione esteri saranno considerati appartenenti alla categoria degli acciai non controllati in stabilimento, a meno che lo stesso stabilimento di produzione non già sottoposto a controllo da parte di un Laboratorio ufficiale italiano.

#### 44.5 Acciai non controllati in stabilimento

Si procederà ai controlli in cantiere in conformità a quanto previsto dai D.M. 16/6/1976 e 26/3/1980 sopracitati. I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della DD.LL ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tali controlli deve essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La DD.LL darà benestare per la posa in opera di ciascun lotto di spedizione soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 16/6/1976 sopracitato.

#### 44.6 Acciai controllati in stabilimento

E' facoltà della DD.LL sottoporre a controllo in cantiere anche gli acciai controllati in stabilimento. Anche in questo caso campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della DD.LL e a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La DD.LL darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nei D.M. 16/6/1976 e 26/3/1980 sopracitati.

### ART. N. 45 MALTE E INTONACI

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra una area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso od a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

gettati al rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie ed idrauliche saranno mescolati a secco.

La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai quantitativi stabiliti alla tabella che segue; in questo caso saranno addebitate od accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di elenco.

Tipo di malta	Quantita' ed impieghi (*materiali vagliati)	riferim.	calce spenta in pasta	calce idraul. in polvere	pozzolana	cemento 325	sabbia
		n.	m <sup>3</sup>	kg	mc	kg	m <sup>3</sup>
Malta comune	Magra per murature	1	0.33				1.00
	Grassa per murature	2	0.40				1.00
	Per opere di rifinitura	3	0.5.0				1.00
	Per intonaci	4	0.66				1.00
Malta idraulica	Magra per murature	5		300			1.00
	Grassa per murature	6		400			1.00
	Per opere di rifinitura	7		450			1.00
	Per intonaci	8		550			1.00
Malta cementizia	Magra per murature M2	9				300	1.00
	Grassa per murature M1	10				400	1.00
	Per opere di rifinitura	11				500	1.00
	Per intonaci	12				600	1.00
Malta Pozzolonica	Grossa	13	0.20		1.00	Per murature a secco	
	Mezzana	14	0.24		1.00	per muratura ordinaria	
	Fina M4	15	0.33		1.00	per muratura in laterizi	
	Colla di malta fine	16	0.48		1.00	Per intonaci	
Malta Bastarda Cementizia	Media comune	17	0.30			100	1.00
	Energica comune	18	0.30			150	1.00
	Media idraulica M4	19		300		150	1.00
	Energica idraulica M3	20		200		300	1.00

Malte di diverse proporzioni nella composizione, confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai seguenti valori:

N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>	Equivalenza alla malta
12,0	120	M1
8,0	80	M2
5,0	50	M3
2,5	25	M4

La Direzione potrà ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni od in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini (staccio 4 UNI 2332) e le colle (staccio 2 UNI 2332).

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione Lavori o stabilite nei Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

1. malta cementizia grossa:
  - . agglomerante cementizio a lenta presa ql. 4
  - . sabbia m<sup>3</sup> 1,00
2. malta cementizia fine per intonaci:
  - . agglomerante cementizio a lenta presa ql. 6
  - . sabbia m<sup>3</sup> 1,00

Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali e le malte, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse od impianti della capacità prescritta dalla Direzione Lavori, che l'Appaltatore sarà obbligato di provvedere a mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

Gli impasti di malta dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere gettato a rifiuto.

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimosso dalle pareti in calcestruzzo o in muratura gli eventuali elementi poco aderenti e aver ripulito ed abbondantemente bagnato la superficie delle pareti stesse.

Gli intonaci verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le facce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti, quando le condizioni locali lo richiedano.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo o con opportuno arrotondamento, a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.

Gli intonaci saranno di cemento e dovranno essere eseguiti secondo le seguenti modalità:

*Intonaco civile con malte cementizie*

dovranno essere predisposte opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente, e sopra punti (poste) fissati precedentemente per averne norma all'ottenimento di un rivestimento ben piano e verticale; verrà quindi applicato alle murature un primo strato di malta (rinzafo) gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia; si provvederà poi alla regolarizzazione con il regolo. le poste, le fasce e il rinzafo dovranno essere eseguiti con malta cementizia grossa. Quando il rinzafo avrà ottenuto una leggera presa di applicherà su di esso lo strato della corrispondente malta cementizia fina che si conguaglierà con la cazzuola e con il frattazzino, stuccando ogni fessura e togliendo ogni asperità affinché le pareti riescano regolari;

*Intonaco di cemento liscio*

L'intonaco di cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello grezzo o arricciatura impiegando per rinzafo malta cementizia grossa e per lo strato successivo malta cementizia fine, tritata liscia con il ferro.

**ART. N. 46 TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE**

Le superfici da trattare devono essere compatte, esenti da olii, grassi, polveri ed asciutte e nel caso di strutture in conglomerato cementizio anche perfettamente stagionate e prive di umidità.

A tale fine, dopo la pulizia generale, le superfici da trattare dovranno essere sottoposte ai seguenti procedimenti secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori:

- 1) trattamento con acido cloridrico diluito al 10% e successivo accurato lavaggio con getti di acqua in pressione onde eliminare qualsiasi traccia di acido;
- 2) spazzolatura con spazzolini a filo di acciaio e successiva soffiatura con aria compressa;
- 3) sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza e successiva soffiatura con aria compressa;

4) Stesa di apposito primer.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato perfettamente uniforme e senza soluzione di continuità, preferibilmente a spruzzo o mediante spatole, pennelli, ecc., a temperatura non inferiore a 2 gradi centigradi. Nel caso in cui sia previsto l'impiego di sabbia quarzifera, la stesa della resina dovrà avvenire sempre in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato.

Di norma potranno essere richiesti i seguenti tipi di trattamento:

- 1) trattamento da assoggettare direttamente al traffico: si impiegheranno in uno o due strati kg/mq 1.5-2 di resina e catalizzatore e 2.6 decimetri cubi di sabbia di quarzo ben lavata ed asciutta;
- 2) trattamento impermeabilizzante sottostante agli strati della sovrastruttura: si impiegheranno kg/mq 0.7-0.8 di resina e catalizzatore e 1.2 decimetri cubi di sabbia di quarzo ben lavata ed asciutta; nel caso in cui possano prevedersi microfessurazioni del calcestruzzo cementizio, il quantitativo di resina e catalizzatore sarà elevato a kg/mq 1.5 con conseguente aumento della quantità di sabbia di saturazione a decimetri cubi 2 per metro quadro;
- 3) trattamento impermeabilizzante di superfici non soggette a traffico (canali, pareti, ecc.): si impiegheranno kg/mq 0.3-0.5 di resina e catalizzatore.

Sui trattamenti di cui sopra è consentito il transito dei veicoli solo a completo indurimento della resina.

La resina e il catalizzatore dovranno essere mescolati all'atto dell'impiego nelle proporzioni che saranno, di norma, nel rapporto di 1/1 salva diversa prescrizione della Direzione dei Lavori a seguito dei risultati di apposite prove effettuate presso Laboratori ufficiali, in relazione alle possibili temperature di impiego ed ai tempi di indurimento relativi, tenuto conto del tipo di superficie da trattare.

Le sabbie impiegate dovranno avere granulometria compresa fra mm 0.5-1 e saranno preferibilmente di natura quarzifera.

Il trattamento dovrà risultare inattaccabile dalle acque meteoriche, dagli olii e dai carburanti in genere; dovrà aderire perfettamente al materiale della struttura di supporto e possedere una resistenza a trazione non inferiore a quella del calcestruzzo cementizio; non dovrà distaccarsi per effetto di dilatazioni o contrazioni delle strutture su cui è applicato e dovrà restare inalterato anche dopo la stesura a caldo dei vari strati della sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso.

Per qualunque miscela di resina e catalizzatore i tempi di essiccamento dovranno essere non inferiori ai seguenti:

- 4 ore con temperatura di +20 gradi centigradi
- 24 ore con temperatura di +10 gradi centigradi
- 48 ore con temperatura di +2 gradi centigradi.

Le qualità e le caratteristiche dei materiali impiegati saranno accertate mediante apposite prove da eseguire prima del loro impiego.

Tutte le determinazioni, ai fini del controllo dei materiali impiegati, salvo diversa indicazione, saranno eseguite alla temperatura di 20 gradi centigradi e consisteranno nelle seguenti prove:

- a) Peso specifico: dovrà risultare entro i limiti di 1.10-1.15.
- b) Ritiro: inferiore allo 0.30% dopo l'avvenuto essiccamento.
- c) Modulo di elasticità: dovrà essere determinato seconda la norma ASTM D-747.
- d) Trazione pura: sarà eseguita su un provino di resina dopo 11 giorni di stagionatura e dovrà ottenersi resistenza superiore a 25 kg/mq.

In caso di saturazione della resina con granulato, la resistenza a trazione dovrà risultare superiore a 20 kg/mq.

- e) Adesione al calcestruzzo: la resina dovrà essere sottoposta a prova di trazione dopo aver provveduto ad attaccare due provini di calcestruzzo (cemento AR - dosaggio 400 kg/mc con resistenza unitaria a trazione di 30 kg/cm<sup>2</sup>) con sezione di incollaggio di almeno 200 centimetri quadri. Le facce di attacco devono essere pulite dallo strato di malta superficiale. Si consiglia di eseguire un unico provino e di eseguire poi una divisione dello stesso mediante taglio con sega. Si provvederà poi ad attaccare le facce tagliate. La prova avverrà dopo 24 ore dall'incollaggio e il distacco non dovrà verificarsi lungo il piano di attacco, bensì su altri piani. Si eseguiranno tre determinazioni. In alternativa a questa prova può essere effettuata una prova a trazione brasiliana su provini cilindrici, D 15 cm x h 20 cm, eseguiti con calcestruzzo di cui sopra, tagliati ed incollati lungo il piano diametrale da sottoporsi al carico di prova. La rottura non dovrà avvenire lungo il piano di incollaggio. Si eseguiranno tre determinazioni.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- f) Adesione con resina tra acciaio e calcestruzzo: sarà eseguita una prova per sfilamento di due tondini di ferro del DN 20 immersi in cilindri di calcestruzzo, eseguito come per il punto e), per almeno 1/3 dell'altezza del provino. Dei due tondini, uno sarà rivestito della resina da provare ed uno sarà non rivestito. Si eseguirà quindi una prova di trazione facendo presa sui tondini di ferro fino allo sfilamento del tondino rivestito. Saranno eseguite almeno tre determinazioni.
- g) Flessione per acciaio: sarà eseguita una prova di flessione su profilati in acciaio a doppio T con la faccia non caricata rivestita dalla resina da provare. Il tipo del profilo, la lunghezza di flessione ed il carico max di prova saranno scelti in modo tale che si possa raggiungere in prova una maggiore od uguale a 1.2 volte il max della struttura reale. Nelle condizioni di sollecitazione max del provino non dovranno verificarsi screpolature e distacchi di resina visibili ad occhio nudo.
- h) Flessione per calcestruzzo cementizio: sarà eseguita stendendo uno strato di resina pura, in ragione di 0.800 kg/mq, su di un blocco di calcestruzzo cementizio delle dimensioni di circa m 0.95x0.30 e dello spessore di cm 8. Dopo 11 giorni di stagionatura della resina, il blocco di calcestruzzo sarà sottoposto ad una prova di flessione fino a provocare, nella faccia del calcestruzzo a contatto con la resina, fessure larghe mm 1 senza che abbiano a verificarsi screpolature di sorta nello strato di resina.
- i) Resistenza all'urto: una sfera di acciaio di 1 kg con altezza di caduta di 1 m verrà fatta cadere su uno strato di resina con supporto di acciaio. Ad ogni caduta ci si sposterà su un nuovo punto distante 10 cm da quello precedente. Si eseguiranno almeno 10 cadute della sfera. Non si dovranno verificare né screpolature, né distacchi.
- l) Impermeabilità: l'impermeabilità all'acqua dovrà essere assoluta per sottopressione minima di 10 atmosfere con aumento di pressione graduata di 2 atmosfere per volta e con permanenza di ogni punto di carico di 24 ore.
- m) Compressione: la resistenza alla compressione sarà eseguita su un provino cubico di resina di 10 cm di lato. La resistenza alla compressione dovrà essere superiore a 100 kg/cmq.
- n) Escursioni termiche: uno strato di resina stesa su una superficie di acciaio sarà sottoposto a 20 cicli di temperatura fra -20 gradi centigradi e +40 gradi centigradi con periodo ciclico di 3 ore. Non si dovranno verificare screpolature o distacchi.
- o) Resistenza alla corrosione: in generale, la resina dovrà risultare inattaccabile agli acidi, agli olii, ai carburanti ed ai lubrificanti. Particolarmente, per uso stradale non dovrà essere attaccata da benzina, kerosene, soluzioni di NaCl, CaCl<sub>2</sub>, acque ammoniacali, sostanze chimiche per il disgelo e soluzioni al 15% di Hcl ed al 15% di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dovrà inoltre resistere perfettamente alle acque marine e nebbie saline. Le prove si eseguiranno in funzione delle caratteristiche richieste secondo modalità studiate di volta in volta. Possono anche essere eseguite prove speciali secondo le norme ASTM. L'impiego di altri prodotti, quali resine epossidiche con supporti vari (catrame, ecc.), potrà essere consentito solo a seguito di favorevole esito di prova da effettuare su campioni di materiali presso un Laboratorio Ufficiale.

## ART. N. 47 OPERE METALLICHE

### 47.1 Opere in ferro

Nei lavori in ferro, questi deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori, con particolare attenzione alle saldature e bullonature. I fori saranno tutti eseguiti con il trapano; le chiodature, ribattiture ecc. dovranno essere perfette senza sbavature ed i tagli dovranno essere limitati.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio d'imperfezione.

Ogni pezzo di opera completa in ferro, dovrà essere fornita a piè d'opera, colorita a minio di piombo, o se richiesto, zincato con zincatura elettrolitica a caldo.

La zincatura a caldo dovrà essere effettuata per immersione. I pezzi da zincare devono essere preventivamente puliti e sgrassati superficialmente con adeguato decapaggio.

Dopo la zincatura i pezzi non devono essere assoggettati a trattamenti termici.

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per le giunzioni di elementi zincati eseguite per saldatura e per il taglio degli stessi si dovrà procedere al ripristino della zincatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 micron.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello, alla preventiva autorizzazione.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

L'Appaltatore dovrà informare l'Appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la Direzione Lavori possa disporre, se lo riterrà opportuno, i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelievamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

E' riservata all'Appaltante la facoltà di disporre e fare effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltante in tempo utile.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate l'Appaltante potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

Successivamente all'accettazione provvisoria dei materiali l'Appaltatore potrà procedere alle lavorazioni previste.

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto ed in tempo utile all'Appaltante le date di inizio dei montaggi provvisori in officina affinché l'Appaltante stesso possa farvi assistere i propri incaricati ove lo ritenga opportuno. Questi verificheranno, tanto per ognuna delle parti componenti le strutture quanto per l'insieme di esse, l'esatta e la perfetta lavorazione in base ai patti di contratto ed agli ordini impartiti, procedendo anche alle operazioni di pesatura.

L'Appaltatore sarà, in ogni caso, obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo esso responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'emissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

Inferriate, cancellate, cancelli, ringhiere, ecc.

Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi di dettaglio che verranno indicati all'atto esecutivo; dovranno presentare tutte le barre ben diritte, spianate ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati, mezzo a mezzo, dovranno essere della massima precisione di esattezza; il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con elementi intrecciati ad occhio non presenteranno, nei buchi formati a fuoco, nessuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo da non poter mai essere in nessun caso sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno poi muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, nel numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

Gli infissi per finestre, vetrate ed altro

Potranno essere richiesti con profilati ferrofine tra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione Appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a recupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Infissi in ferro

Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati razionali.

In tutti i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione Appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile anche a "wasistas", come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a recupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva ed a manopola, a seconda che sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature, in numero di due o tre per ciascuna partita, dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra, in genere, dovranno risultare bene equilibrati e non richiedenti eccessivi sforzi per la chiusura; le manopole e le cerniere, se richieste, potranno essere cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio e la ferramenta di ritegno dovrà essere proporzionata alla robustezza dell'infisso medesimo.

Tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione da installare dovranno essere collegate fra loro e messe a terra mediante collegamento all'impianto di messa a terra secondo le vigenti. A tale prescrizione provvederà l'Impresa

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Appaltatrice delle opere elettromeccaniche, ma nella costruzione delle opere in carpenteria metallica dovranno essere previste le necessarie ed opportune predisposizioni.

Tutte le opere in ferro, che ne sono soggette dovranno corrispondere alle norme ex. E.N.P.I. e l'Appaltatore è il solo responsabile in tutti i sensi.

Ove previsto o richiesto all'atto esecutivo le opere in ferro saranno protette con zincatura pesante a caldo. Nel collocamento in opera si farà ricorso a grappe murate a cemento ovvero a viti e tasselli ad espansione di adeguata resistenza, a seconda dei casi.

#### Infissi metallici

Gli infissi metallici saranno realizzati esclusivamente in officina, con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte nel presente Capitolato od in particolare dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Il tipo dei profilati, la sezione ed in particolari costruttivi in genere che, ove non diversamente disposto, verranno scelti dall'Appaltatore, saranno tali da garantire assoluta indeformabilità (statica, di manovra e per sbalzi termici), perfetto funzionamento, durata ed incorrosibilità.

Gli infissi di grandi dimensioni non dovranno essere influenzati dalle deformazioni elastiche o plastiche delle strutture ne' dovranno subire autotensioni o tensioni in genere, per effetto delle variazioni termiche, in misura tale da averne alterate le caratteristiche di resistenza o di funzionamento.

Le parti apribili dovranno essere muniti di coprigiunti; la perfetta tenuta all'aria ed all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da idonei elementi elastici.

Il collegamento delle varie parti componenti il serramento potrà essere realizzato sia meccanicamente, sia mediante saldatura. Il collegamento meccanico sarà eseguito a mezzo di viti, chiodi o tiranti ovvero a mezzo di squadre fissate a compressione o con sistemi misti.

Il collegamento mediante saldatura dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte, con i sistemi tecnologicamente più avanzati e sarà rifinito con accurate operazioni di limatura e liscatura; per serramenti in alluminio od in leghe leggere di alluminio la saldatura dovrà essere eseguita esclusivamente con sistema autogeno (preferibilmente saldatura elettrica in gas inerte ovvero a resistenza).

L'incastro per la posa dei vetri sarà di ampiezza sufficiente allo spessore ed al tipo degli stessi e sarà dotato di idonea guarnizione (o nastro sigillante, secondo i casi) e di fermavetro metallico o di legno di essenza forte.

Le staffe per il fissaggio alle murature saranno in acciaio zincato per i serramenti in acciaio, in bronzo od in ottone per i serramenti in alluminio qualora, per casi eccezionali, il montaggio non dovesse avvenire su controtelaio in acciaio pre-murato.

Gli accessori dovranno intendersi sempre compresi nella fornitura degli infissi e saranno, per quanto possibile, montati in officina.

#### Infissi in alluminio e leghe leggere di alluminio

Gli infissi in alluminio verranno costruiti con profilato estrusi, con trafilati ovvero con laminati di alluminio o leghe leggere di alluminio, collaboranti o meno con parti strutturali od accessorie di altri materiali.

I tipi dei profilati e le relative sezioni dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori; per la scelta dei materiali si farà riferimento alla UNI 3952 e particolarmente alle specificazioni ivi riportate al punto 2, a seconda che trattasi di profilati estrusi oppure laminati, trafilati, sagomati non estrusi da impiegarsi per le membrature dei serramenti oppure ancora di materiale destinato all'esecuzione degli accessori.

Lo spessore delle membrature non dovrà mai essere inferiore a 20/100 di mm; per il rivestimento in lastre, non inferiore ad 8/10 di mm.

#### \* Modalità esecutive e di posa in opera

I telai fissi saranno di norma realizzati con profilati a sezione aperta, di opportuna sagoma e potranno in rapporto alle prescrizioni, essere costituiti dai semplici elementi di battuta ovvero allargarsi fino a costituire guide, imbotti, mostre e cielino di cassonetto. Il montaggio avverrà sempre su falsotelaio pre-murato, di norma in lamiera di acciaio zincata ( $s > 10/10$ ) opportunamente protetta, di modo che tutti gli elementi dell'infisso in alluminio semplice od a blocco, possano essere montati a murature e contorni ultimati.

Le ante mobili saranno costituite da profilati tubolari di opportuna sagoma, almeno a doppia battuta, nei quali saranno ricavate opportune sedi per l'inserimento di guarnizioni in materiali plastici (neoprene, dutral ecc.) che consentano una perfetta tenuta agli agenti atmosferici ed attutiscano l'urto in chiusura.

La giunzione dei vari profilati saranno eseguiti mediante saldatura elettrica o mediante apposite squadrette di alluminio fissate a pressione e/o con viti di acciaio cadmiato; sarà vietato comunque l'impiego di viti a vista mentre

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

eventuali fori passanti di montaggio (comunque non a vista) dovranno essere schermati e chiusi con bottoni di materiale plastico fissati a pressione e scatto.

Il fissaggio dei vetri verra' assicurato da appositi regoletti di alluminio inseriti a scatto, previa apposizione di idonea guarnizione.

\* Accessori

Tutti gli accessori dovranno essere realizzati in alluminio od in lega leggera di alluminio, con l'uso dei materiali di cui al punto 2.2 della UNI 3952.

Gli elementi soggetti a sforzi concentrati, di rinforzo o resistenti a fatica (viti, perni, aste, ecc) saranno in acciaio inossidabile austenitico o nichelato o cromato; potra' essere ammesso l'uso di altri materiali (specie per parti non a vista) purché gli stessi e le loro protezioni non possano causare corrosioni di contatto sulla struttura di alluminio o di lega leggera.

\* Trattamenti di protezione superficiale

I materiali costituenti di serramenti saranno di regola impiegati ossidati anodicamente, dopo eventuale condizionamento della superficie mediante trattamenti chimici, elettrolitici, ovvero meccanici di smerigliatura e finitura.

L'ossidazione anodica dei materiali dovra' essere eseguita secondo la norma UNI 4522; l'anodizzazione sara' comunque effettuata sugli elementi già lavorati e prima del montaggio, ove lo stesso dovesse venire eseguito meccanicamente, o sui manufatti già montati, qualora l'unione dei vari elementi venisse realizzata mediante saldatura.

Lo strato di ossido dovra' avere spessore non inferiore a 10 micron (classe 10) per gli infissi interni e non inferiore a 15 micron (classe 15) per i serramenti esterni; per esposizione ad atmosfere aggressive (industriali, marinem ecc.) lo strato dovra' essere del tipo rinforzato (classe 20).

In alternativa ai trattamenti anodici, se per prescritto, le superfici di alluminio potranno venire sottoposte a processo di verniciatura.

\* Protezioni speciali

Le parti di alluminio o di lega dei serramenti destinate ad andare a contatto con le murature (qualora ammesso) dovranno essere protette prima della posa in opera, con vernici a base bituminosa o comunque resistenti agli alcali.

Scale e parapetti

Tali opere dovranno essere costruite in conformità e nel più rigoroso rispetto delle norme antinfortunistiche, l'Appaltatore rimarrà di questo responsabile sino ad oltre la visita di sopralluogo delle competenti autorità a ciò preposte dalla Legge.

47.2 Opere metalliche in genere (tubazioni e carpenteria)

Tutte le opere in acciaio (circuito idraulico, carpenteria, ecc. ) commissionate dovranno essere realizzate nelle forme e dimensioni indicate nei disegni approvati dall'Azienda o secondo le disposizioni della D.L. Pertanto, tutti gli elementi costituenti le opere suddette dovranno essere assemblati mediante giunzioni flangiate o saldate con procedimento di saldatura all'arco elettrico.

In particolare per quanto relativo alle opere eseguite con l'impiego di tubazioni in acciaio, le normative di riferimento per l'esecuzione dei lavori, per quanto non in opposizione con le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, saranno quelle desunte dalle "Norme API Standard 1104 per la saldatura di condotte in acciaio"

47.3 Attrezzature

Tutte le attrezzature impiegate per la costruzione di quanto ordinato dovranno essere sempre in perfetto stato di efficienza e rispondenti alle vigenti normative con particolare riferimento a quelle antinfortunistiche.

In particolare per quanto riguarda le saldatrici, le motosaldatrici e le linee elettriche di collegamento dovranno essere idonee a garantire, in ogni caso, la corretta esecuzione e la continuità del lavoro in condizioni di sicurezza e secondo la normativa vigente.

Nelle attrezzature s'intendono compresi anche gli elettrodi, che dovranno essere di tipo idoneo all'impiego specifico, approvati dalla D.L., e dovranno essere utilizzati con i valori di tensione e di corrente raccomandati dal Produttore degli elettrodi. Essi dovranno essere immagazzinati e custoditi a cura dell'Appaltatore secondo le citate norme e dovranno essere immediatamente sostituiti qualora la D.L., a suo insindacabile giudizio, non li ritenga idonei all'impiego o ne riscontri l'avvenuto deterioramento.

#### 47.4 Operazioni preliminari di saldatura

Le prescrizioni a seguito indicate si intendono applicate per l'esecuzione dei lavori sia in officina che in cantiere. Per quanto altro eventualmente non richiamato nel presente articolo, valgono le indicazioni contenute nella citata norma API 1104.

Prima di eseguire la saldatura si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

a) prima dell'allineamento per la saldatura, l'elemento da collegare (tubazione, profilato, curva, ecc.) dovrà essere accuratamente ripulito internamente con scovoli o altre attrezzature atte a rimuovere tutto lo sporco eventualmente introdotto;

b) le testate da saldare dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc., con metodo approvato o preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle successive saldature;

c) prima della saldatura le testate dei vari elementi dovranno essere accuratamente controllate dall'Impresa, al fine di verificare l'integrità del profilo originale e, in particolare per le testate dei tubi, dovrà essere controllato che le ovalizzazioni siano contenute entro le tolleranze previste dalle norme API Standard 1104. Gli eventuali difetti non contenuti nella tolleranza potranno essere riparati soltanto su esplicita autorizzazione del Consorzio; diversamente e comunque in caso di difetti non riparabili, l'Impresa dovrà provvedere alla loro eliminazione tagliando la parte difettosa e ripristinando le testate secondo le prescrizioni già dette. Le tubazioni che non rispondessero alle norme specifiche o presentassero difetti non riparabili saranno scartate con ordine dalla D.L.;

d) l'Impresa dovrà curare che tutti i tagli da effettuare, sia sulle tubazioni esistenti che sui particolari di nuova costruzione, vengano eseguiti secondo un piano normale dell'asse delle condotte e/o secondo le dimensioni preventivamente concordate, nel caso di esecuzione di pezzi con inclinazioni tra gli assi diverse dai 90°.

Il bordo del taglio dovrà essere sagomato in modo da ottenere lo smusso e dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'impiego di mole o lime;

e) tutte le saldature dovranno essere eseguite con una temperatura ambiente non inferiore a +3 °C ; qualora la temperatura sia inferiore a quella sopraddeata di dovrà provvedere, con le modalità concordate dalla D.L., al preriscaldamento delle superfici.

Similmente, si dovrà evitare di effettuare saldature in presenza di umidità e pertanto, prima di procedere alle operazioni di giunzione, le superfici dovranno essere accuratamente asciugate. La D.L. si riserva la facoltà di sospendere i lavori sopra descritti qualora, a suo insindacabile giudizio, non sussistano le condizioni necessarie a garantire un sicuro esito dei lavori di saldatura. Non saranno ammesse saldature eseguite su superfici umide e/o a temperatura inferiore a quella succitata.

#### Procedimento di saldatura

Tutte le saldature dovranno essere eseguite con procedimento manuale all'arco elettrico, secondo le norme tecniche vigenti.

Il numero delle passate dipenderà dello spessore dell'elemento da saldare. In particolare per quanto riguarda la saldatura di tubazioni, le passate non dovranno mai essere inferiori a 3, comprendendo la prima. Ogni passata dovrà partire da un punto diverso dalla precedente.

Alla fine di ogni passata si dovrà procedere ad un'accurata pulizia della saldatura, al fine di rimuovere le scorie di ossidi metallici con l'uso di pasta decapante, seguito da applicazione di pasta passivante qualora non sia certo che le condizioni di aerazione naturale siano sufficienti a ripristinare lo strato passivo, e consentire il controllo visivo della saldatura medesima e di ogni particolare che ne possa indicare la qualità ad un primo sommario esame.

La saldatura dovrà essere realizzata con sequenza appropriata, così da evitare l'insorgere nel cordone di saldatura o nelle membrature saldate di stati di sollecitazione a trazione.

La Direzione dei Lavori, anche a mezzo di propri incaricati, potrà in ogni tempo e luogo verificare le qualità e le modalità di lavoro, apportando tutte le modifiche tecniche che a suo avviso riterrà più opportune affinché l'esecuzione dei lavori commissionati risulti rispondente alle necessità aziendali ed eseguito a perfetta regola d'arte.

In ogni caso potrà essere rifiutata la posa in opera di tutti quei manufatti o in genere, l'esecuzione di tutti quei lavori che, al solo esame visivo, non presentino le caratteristiche di accettabilità connesse con le regole di buona esecuzione o comunque non conformi alle prescrizioni della vigente normativa specifica.

#### Ispezione, controllo ed esame a vista delle saldature.

Alla suddetta verifica le saldature dovranno presentare:

- cordoni di saldatura continui e regolari, di larghezza costante e di spessore almeno uguale a quello dell'elemento metallico saldato;
- superficie esterna a profilo convesso, sporgente di circa 2 mm dalla superficie del metallo;
- perfetta compenetrazione nelle superfici metalliche saldate e perfetto ricoprimento delle luci di accoppiamento, comprese quelle di svasatura delle testate;
- nessuna inclusione di scorie;
- assenza di soffiature, di craterizzazioni, di incollature, di spruzzi o di quanto altro possa pregiudicare la continuità del cordone di saldatura;
- perfetto raccordo tra inizio e fine saldatura.

#### Superfici metalliche da verniciare

Tutte le superfici metalliche da proteggere mediante verniciatura, da applicare in cantiere o in officina, dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere da tutte le zone la calamina, gli ossidi, le scorie residue dei cordoni di saldatura e le incrostazioni di qualsiasi natura.

Per tale operazione si adotterà, caso per caso, la modalità più idonea (carteggiatura, spazzolatura, raschiatura, martellatura, brossatura); nei casi di ossidazione profonda si dovrà ricorrere alla sabbiatura spinta fino a metallo vivo. Ove necessario tali metodi dovranno integrarsi.

La pulizia dovrà essere completata da un'operazione di rimozione della polvere, mediante soffiaggio di aria asciutta a getto violento.

Le zone eventualmente imbrattate da sostanze grasse dovranno essere preventivamente pulite con solvente e successivamente trattate come sopra indicato.

A pulitura avvenuta le superfici dovranno essere idonee a garantire il miglior ancoraggio per le vernici che verranno successivamente applicate. L'applicazione del primer o della vernice di fondo (antiruggine o equivalente) dovrà essere effettuata nello stesso giorno in cui è stata eseguita la pulitura della superficie da verniciare.

I prodotti vernicianti in applicazione dovranno essere di qualità e tipi approvati dalla D.L., pertanto per le eventuali modalità di preparazione del fondo di applicazione dei prodotti di fondo e protettivi per quanto non espressamente e a integrazione a quanto sopra indicato si dovrà fare riferimento alle indicazioni delle schede tecniche redatte dal Produttore delle vernici applicate, che dovranno corredare la fornitura.

E' tassativamente vietata l'applicazione di vernici o pitture su superfici umide, salvo che per eventuali prodotti speciali. Per le eventuali sopravverniciature dovranno essere tassativamente rispettati gli intervalli previsti nelle citate schede tecniche.

Salvo diversa prescrizione specifica, tutte le superfici metalliche dell'intero impianto dovranno essere verniciate a fine lavori con vernici a ciclo 'clorocauciù a tre mani (fondo, copertura e finitura: spessore totale film secco = 120 micron) delle tinte indicate dalla D.L. e comunque come quelle già utilizzate per gli altri impianti aziendali.

#### Superfici da zincare a caldo

La zincatura dovrà essere eseguita mediante immersione in bagno di zinco fuso, previo decapeggio.

A trattamento avvenuto, la superficie dovrà presentarsi zincata omogeneamente, senza soluzione di continuità, priva di macchie e di inclusione di scorie.

La massa media dello strato di zincatura per unità di superficie non potrà essere inferiore a 400 g/mq salva diversa prescrizione.

A tale scopo la ditta fornitrice sarà tenuta a presentare le bollette di pesatura della carpenteria prima e dopo la zincatura.

Le strutture metalliche composte dovranno pertanto essere progettate con giunti e collegamenti a bulloneria inox e premontate in opera prima della zincatura, onde evitare successive lavorazioni su materiale zincato.

Saranno rigorosamente rifiutate tutte le opere metalliche che presenteranno lavorazioni e aggiustaggi dopo la zincatura a caldo.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

#### 48.1 Generalita'-Tecnica operativa - Responsabilita'

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovra' accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestivita' ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporra' la tecnica piu' idonea, le opere provvisionali, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione, che il personale tutto di direzione e sorveglianza, resteranno esclusi da ogni responsabilita' connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

#### 48.2 Disposizioni antinfortunistiche

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 (Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni), nel D.M. 2 settembre 1968 e nel Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626.

#### 48.3 Accorgimenti e protezioni

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonche' gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sara' opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali. Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ascensori, etc.; dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovra' porsi ad evitare che si creino zone di instabilita' strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvedera' ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature e' tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire, questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilita' dell'Appaltatore) sara' vietato altresì l'uso di esplosivo nonche' ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della legge 19 luglio 1961, n. 706.

In fase di demolizione dovra' assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta, sulle strutture da demolire o sulle opere provvisionali, in misura tale che si verificino sovraccarichi o spinte pericolose. I materiali di demolizione dovranno percio' essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risultera' in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.

#### 48.4 Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfaccimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sara' tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilita' per eventuali danni.

#### 48.5 Diritti dell'Amministrazione

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprieta' dell'Amministrazione.

Competera' pero' all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi od accatastamento nelle aree che fissera' la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

### ART. N. 49 PALI DI FONDAZIONE E DIAFRAMMI

#### 49.1 Pali di fondazione

La scelta di utilizzare questa tecnologia nella costruzione delle fondazioni è in ogni caso subordinata all'effettuazione di prove geotecniche e di calcoli strutturali.

Prima dell'esecuzione dei pali l'Appaltatore deve riportare sul terreno la posizione dei pali e l'ordine di esecuzione, mediante appositi picchetti contrassegnati da numeri progressivi corrispondenti alla successione esecutiva.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Nel corso dei lavori l'Appaltatore inoltre, deve consegnare alla Direzione dei Lavori un'ideale documentazione compilata giornalmente e contenente i seguenti elementi:

- la data;
- la designazione del cantiere;
- il numero del palo;
- l'indicazione delle caratteristiche del terreno e dell'eventuale presenza di falde acquifere;
- il diametro o la sezione trasversale e la profondità del palo;
- il metodo di trivellazione usato e l'eventuale impiego di fango o di rivestimenti;
- il tipo ed il peso del maglio, il rifiuto, il numero di colpi e l'altezza di caduta, per i pali infissi;
- la quantità di calcestruzzo impiegata per il getto, per i pali gettati in opera.

Pali prefabbricati ed infissi in cemento armato

Vanno eseguiti in cemento armato ordinario o precompresso, di forma cilindrica o tronco-conica, a sezione trasversale piena (circolare o poligonale) o a sezione anulare (nel qual caso devono essere realizzati per centrifugazione). Possono essere prefabbricati in cantiere dall'Appaltatore o essere forniti da ditte specializzate.

In questo secondo caso i pali devono essere corredati da opportuna documentazione fornita dal produttore, comprovante l'idoneità degli stessi all'uso a cui sono destinati.

I pali possono essere costituiti da elementi giuntati; i giunti devono essere in grado di trasmettere all'elemento sottostante le sollecitazioni che il palo deve sopportare in quella sezione, e con lo stesso margine di sicurezza dei due elementi che essi uniscono.

L'estremità inferiore dei pali deve essere protetta e rinforzata da piastra o puntazza metallica adeguata alle caratteristiche del terreno e robustamente ancorata al calcestruzzo.

I pali vanno infissi nel terreno fino al prescritto rifiuto, mediante idonei battipali o vibratorii; durante la battitura, le teste dei pali vanno adeguatamente protette, per evitarne qualsiasi deterioramento. Prima dell'infissione, si deve controllare la verticalità o l'esatta inclinazione del palo e la coassialità della mazza, che deve essere mantenuta durante la infissione.

Su ogni palo, per il rilievo dei rifiuti, devono essere tracciate linee orizzontali ben visibili, a distanza di 0,5 m l'una dall'altra; tali linee, alla sommità del palo, devono essere distanziate di 0,1 m.

La fase finale di infissione deve essere effettuata alla presenza del DD.LL. o di un suo rappresentante.

In particolari condizioni geologico-geotecniche, può essere richiesta la ribattitura di tutti o di parte dei pali già infissi.

Qualora, ad infissione completa del palo, non sia stato raggiunto il valore prestabilito di rifiuto, l'Ente Appaltante deciderà i provvedimenti da adottare.

Il palo che durante la battitura si rompa o non mantenga la direzione di infissione deve essere tagliato o divelto, a seconda delle prescrizioni della DD.LL., ed in ogni caso sostituito da un altro palo.

I pali devono avere una maggiore lunghezza, al di sopra del piano d'imposta previsto in progetto per le soprastanti strutture di fondazione. Tale tratto deve essere demolito, prima della costruzione delle suddette strutture, avendo cura di non danneggiare i ferri di armatura, che devono essere aperti a raggiera.

Nei pali a sezione anulare, dopo l'accertamento da parte della DD.LL. della loro integrità, la cavità va riempita con calcestruzzo magro.

I pali devono essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche del centro del palo:  $\pm 10\%$  del diametro del palo;
- sulla verticalità o inclinazione:  $\pm 2\%$
- eccentricità del foro nei pali a sezione anulare:  $\pm 1,0$  cm
- spessore dell'anello: - 0,5 + 1,0 cm.

Pali infissi gettati in opera

Vanno realizzati gettando in opera il calcestruzzo in una cassaforma metallica (tubo-forma) previamente infissa nel terreno mediante battitura, senza asportazione di materiale.

Il tubo-forma può essere del tipo a perdere oppure estraibile;

nel primo caso, esso deve essere chiuso alla base con un fondello di calcestruzzo o una puntazza metallica non recuperabile.

L'infissione del tubo-forma nel terreno, fino a raggiungere la profondità prescritta, va fatta mediante idoneo battipalo a maglio o con altro sistema, che deve essere preventivamente approvato dalla DD.LL.

Nell'interno del tubo va poi gettato il calcestruzzo mediante tubo convogliatore o apposite benne, che devono essere immersi nel calcestruzzo già gettato per una conveniente profondità; è assolutamente vietato il getto del calcestruzzo dall'imboccatura del tubo-forma.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il calcestruzzo va compattato per battitura o a pressione.

Nel caso di pali gettati in tubo-forma estraibile, si procede dapprima alla formazione, alla base del palo, di un'espansione di calcestruzzo (bulbo), se prevista dal progetto. Il getto del calcestruzzo deve essere eseguito all'asciutto e con continuità, sollevando gradualmente il tubo-forma, avendo cura che nel suo interno resti sempre un'altezza di calcestruzzo sufficiente ad impedire l'entrata dell'acqua e della terra; a tratti di 3-5 m deve essere eseguito il controllo dei volumi di getto.

Il getto di calcestruzzo deve essere proseguito per una conveniente altezza al di sopra del piano di imposta previsto in progetto per le sovrastanti strutture di fondazione. Tale tratto deve essere demolito prima della costruzione delle suddette strutture, avendo cura di non danneggiare i ferri di armatura che devono essere aperti a raggiera.

Per quanto riguarda la realizzazione dei pali rispetto al progetto, le tolleranze sulle coordinate planimetriche del centro del palo e sulla verticalità o inclinazione sono le stesse valide per i pali prefabbricati. la tolleranza sul diametro del palo è  $\pm 5\%$ .

#### Pali trivellati

Vanno realizzati gettando in opera il calcestruzzo in un foro trivellato nel terreno, con asportazione di materiale, di norma mediante attrezzature a percussione o a rotazione. In terreni sabbiosi, può adottarsi l'idroperforazione con circolazione inversa.

Per l'attraversamento di trovanti o strati di roccia dura di qualsiasi origine, nella trivellazione devono essere impiegati, a seconda dei casi, appositi scalpelli o corone diamantate.

La trivellazione può essere eseguita "a secco", nei terreni coesivi ed in assenza di falda, oppure con circolazione d'acqua. Qualora le caratteristiche del terreno lo richiedano, occorre procedere alla stabilizzazione delle pareti del foro, per evitare franamenti, con impiego di fanghi bentonitici o di tubazione di rivestimento, generalmente provvisorie, infisse a percussione o a rotazione. le tubazioni sono costituite da elementi giuntati tra loro mediante manicotti a tenuta di acqua; la parte in sommità del foro deve essere, in ogni caso, rivestita con tubo-forma estraibile. Nel caso di trivellazione mediante idroperforazione, occorre proteggere le pareti del foro con una tubazione metallica e sospendere l'idroperforazione, prima di raggiungere il fondo, ad una distanza dallo stesso stabilita in relazione al diametro del palo ed alla natura del terreno, proseguendo poi la perforazione con altri metodi.

Il piano di lavoro deve tenere conto della presenza di falde idriche ed essere ubicato almeno 1 metro al di sopra della massima escursione della falda.

La trivellazione del foro va eseguita con continuità; sono consentite solo le soste legate ai normali turni di lavoro. In caso di sospensioni di durata superiore ad otto ore, alla ripresa della trivellazione va rilevata la quota di fondo foro e confrontata con quella rilevata prima della sospensione.

Raggiunta con la trivellazione la profondità prescritta, prima di iniziare il getto del calcestruzzo si deve pulire il fondo del foro e controllare la lunghezza del foro stesso. Il getto del calcestruzzo deve essere eseguito senza alcuna soluzione di continuità, iniziando dal fondo del foro, impiegando un tubo convogliatore in acciaio (di diametro interno non inferiore a 20 cm) e curando che l'estremità inferiore del tubo convogliatore rimanga sempre immersa nel getto per almeno 1 metro.

All'inizio del getto, per evitare il dilavamento della prima carica di calcestruzzo, si deve inserire alla bocca del tubo convogliatore un tappo di carta, polistirolo, o altro materiale simile, e posizionare il tubo stesso a 0,25 m circa dal fondo foro.

Qualora nel foro sia stata disposta una tubazione di rivestimento provvisoria, durante il getto di calcestruzzo si devono sollevare gradualmente la tubazione ed il tubo convogliatore, prima che inizi la presa del calcestruzzo, per evitare la formazione di discontinuità nel palo.

Nei terreni nei quali possono verificarsi fenomeni di sifonamento, oltre alla tubazione di rivestimento, può essere necessario l'impiego di una controcamicia permanente in lamierino.

Per assicurarsi della continuità del palo è opportuno controllare il volume di calcestruzzo immesso nel foro, paragonandolo con quello teorico, calcolato in base al diametro nominale del palo.

Il getto di calcestruzzo deve essere proseguito di almeno 50 cm al di sopra del piano di imposta previsto in progetto per le soprastanti strutture di fondazione.

Tale tratto deve essere demolito, prima della costruzione delle suddette strutture, avendo cura di non danneggiare i ferri di armatura, che devono essere aperti a raggiera.

L'eventuale perforazione "a vuoto" del terreno sovrastante i pali, nella quale non sia stato immesso calcestruzzo, deve essere protetta con adatti apprestamenti di sicurezza o riempita con materiali inerti puliti.

I pali devono essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze:

sulle coordinate planimetriche del centro del palo

$\pm 10\%$  del diametro del palo

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| sulla verticalità o inclinazione | $\pm 2\%$  |
| • sulla lunghezza                | $\pm 15$ cm per pali di diametro minore o uguale a 700 mm<br>$\pm 25$ cm per pali di diametro maggiore di 700 mm |
| • sul diametro finito            | $\pm 5\%$  |

#### Micropali

Sono pali trivellati di piccolo diametro (da un minimo di 80 ad un massimo di 300 mm) armati per tutta la loro lunghezza con armature metalliche ed impiegati, oltre che per fondazioni di nuove opere, anche per sottofondazioni di strutture esistenti.

La perforazione va eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con circolazione d'acqua o con impiego di fanghi bentonitici o, eventualmente, di tubo-forma estraibile.

I micropali possono essere di tipo "Radice" o di tipo "Tubfix".

Nei micropali di tipo "Radice", raggiunta con la perforazione la profondità prescritta, va introdotta nel foro l'armatura metallica, costituita da una barra ad aderenza migliorata munita di centratori, per micropali di diametro fino a 130 mm, e da più barre collegate tra loro, per diametri maggiori di 130 mm.

Va eseguito poi il getto, in pressione, dal fondo dei micropali verso l'alto, impiegando malta cementizia dosata a 600 kg/m<sup>3</sup> di cemento tipo 425, sollevando gradualmente, durante il getto, il tubo-forma impiegato nella trivellazione.

Nei micropali di tipo "Tubfix", raggiunta con la trivellazione la profondità prescritta, va introdotta nel foro l'armatura metallica costituita da una tubazione di acciaio. La tubazione deve essere munita di valvole di non ritorno a manicotto in gomma, ad interasse di 50 cm circa.

Si deve poi procedere all'intasamento dell'intercapedine tra parete del foro e tubazione, iniettando a bassa pressione, attraverso la valvola più profonda, una miscela cementizia costituita di norma da cemento tipo 425, acqua e fluidificante.

Completato l'intasamento, va iniettata ad alta pressione la miscela cementizia, procedendo per ciascun tratto valvolato a partire dal fondo; le iniezioni, a seconda della natura dei terreni interessati, possono essere eseguite anche a più riprese.

Ad iniezioni ultimate, la tubazione di armatura va riempita con malta cementizia.

Il collegamento dei micropali alle soprastanti strutture va eseguito mediante adeguata staffatura metallica saldata alla tubazione di armatura.

Nel caso di getto dei pali tipo "Radice" o di iniezione nei pali tipo "Tubfix" in presenza di fanghi bentonitici, devono essere usati opportuni accorgimenti per evitare l'inclusione dei fanghi nel getto o nelle iniezioni.

#### Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici devono essere ottenuti miscelando in acqua la bentonite in polvere, con dosaggi in peso rispetto all'acqua compresi tra il 4% ed il 10%, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa.

Gli eventuali additivi per aumentare la massa volumica del fango devono essere scelti tenendo conto delle caratteristiche dell'acqua di falda, in modo da evitare la flocculazione dei fanghi.

All'atto dell'impiego, il fango deve avere una composizione uniforme, costante e stabile, una massa volumica di 1,06-1,07 t/m<sup>3</sup> ed una viscosità Marsh di 35-60 gradi Marsh.

Il fango può essere via via riutilizzato, impiegando idonee apparecchiature per eliminare i detriti di perforazione; l'efficacia di tali apparecchiature deve essere tale da mantenere costantemente la massa volumica del fango in prossimità del fondo del foro ad un valore non superiore a 1,25 t/m<sup>3</sup>, nel corso della perforazione, e ad 1,15 t/m<sup>3</sup> prima dell'inizio del getto.

Le relative determinazioni vanno effettuate periodicamente su campioni prelevati, a mezzo di appositi campionatori per fluidi, a non più di 0,80 m dal fondo foro.

#### Calcestruzzi - Armature metalliche

I calcestruzzi e le relative armature metalliche devono rispettare le norme di cui all'apposito articolo del presente Capitolato.

Ad integrazione e completamento delle suddette Norme, si precisa che;

- per i pali gettati in opera (infissi o trivellati) se non diversamente disposto dalla DD.LL., va impiegato cemento pozzolanico;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- per i pali trivellati, la resistenza caratteristica a 28 giorni deve essere quella di progetto, e comunque non inferiore a 20 N/mm<sup>2</sup>; il rapporto acqua- cemento deve essere compreso tra 0,5 e 0,55, comprendendo nel peso dell'acqua l'umidità degli inerti;
- per i pali infissi gettati in opera, con calcestruzzo compattato, il rapporto acqua-cemento deve essere dell'ordine di 0,40.

Le armature metalliche, (di norma in barre ad aderenza migliorata) di lunghezza pari a quella del palo, devono essere poste in opera prima dell'inizio del getto, senza poggiarle sul fondo del foro; l'interasse fra le barre longitudinali deve essere non inferiore ad 8 cm.

Le gabbie d'armatura devono essere dotate di opportuni distanziatori non metallici, atti a garantire la loro centratura all'interno dei fori, ed avere un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto alle barre longitudinali.

#### Prove di carico verticale

Le prove di carico verticale su pali possono essere:

- prove di progetto, da effettuare su pali appositamente costruiti, di norma non compresi nella fondazione definitiva. Tali prove devono essere spinte fino al valore del carico assiale per il quale si raggiunge la rottura del terreno (carico limite). Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5-3 volte il carico di esercizio.
- prove di collaudo, da effettuare su pali prescelti dalla DD.LL., spinte fino ad un carico pari ad almeno 1,5 volte il carico di esercizio. Il numero dei pali da sottoporre a prova di collaudo deve essere pari ad almeno il 2% del numero totale di pali realizzati, con un minimo di due; per i pali prefabbricati infissi la suddetta percentuale può essere ridotta all'1%, fermo restando il minimo di due pali.

Le prove vanno eseguite su pali con stagionatura non inferiore a 28 giorni, sottoposti a cicli successivi di carico e scarico, con incrementi o decremento gradualmente del carico.

Gli spostamenti verticali della testa dei pali vanno di norma misurati mediante tre micrometri centesimali disposti a 120°, portati da travi sorrette in modo da non essere influenzate dalle operazioni per le prove e dalle variazioni termiche.

Tutti gli strumenti impiegati per le prove (micrometri, manometri e martinetti) devono essere corredati da certificato di taratura rilasciato, da un laboratorio ufficiale, in data non anteriore a 180 giorni.

Per prove di particolare importanza, gli spostamenti della testa dei pali possono essere misurati mediante livelli a liquido con lettura automatizzata.

La DD.LL. si riserva di chiedere l'adozione di due dei tre suddetti sistemi di misura, sia per avere un controllo, sia per cautelarsi da eventuali disturbi accidentali di uno dei due sistemi.

Nelle prove di collaudo il palo va sottoposto a due cicli successivi di carico e scarico: nel primo ciclo il carico di prova deve essere spinto fino ad un valore massimo pari al carico di esercizio; nel secondo ciclo il carico di prova deve essere spinto fino ad un valore massimo pari ad almeno 1,5 volte il carico di esercizio.

Nel primo ciclo i carichi vanno applicati con incrementi successivi pari al 25% del carico di esercizio, fino al raggiungimento di quest'ultimo.

Le letture ai micrometri devono essere fatte prima dell'applicazione di un incremento di carico e poi nell'istante in cui sarà stata completata la sua applicazione; successivamente ai tempi, in minuti primi, 2 - 5 - 10 - 20 - 30 - 40 - 60 - 80 ecc., fino alla stabilizzazione dell'abbassamento, che si considera raggiunta quando l'abbassamento risulta di 0,55 mm nell'intervallo tra due letture successive.

Qualora gli abbassamenti non tendessero a stabilizzarsi, si può procedere comunque al successivo incremento di carico dopo un tempo di 2 ore.

Raggiunto il carico massimo pari a quello di esercizio, il palo deve essere mantenuto sotto carico per almeno 4 ore (effettuando le letture agli strumenti ogni ora) salvo che dall'andamento della prova risultasse consigliabile, a discrezione della DD.LL., prolungare tale durata.

Successivamente si deve procedere allo scarico del palo, con decrementi successivi del carico uguali ai precedenti incrementi, fino a raggiungere la condizione di carico nullo. le letture ai micrometri vanno eseguite ai tempi, in minuti primi, 0 - 5 - 15 - 30 - 45 fino alla stabilizzazione, che si considera raggiunta quando nell'intervallo di tempo fra due letture successive lo spostamento risulta di 0,05 mm.

Qualora gli spostamenti non tendessero a stabilizzarsi, si può procedere comunque al successivo decremento di carico dopo un tempo di 1 ora.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Va effettuato poi, dopo almeno 6 ore, con le stesse modalità seguite nel primo ciclo, il secondo ciclo della prova. Raggiunto il carico massimo di 1,5 volte quello di esercizio, il palo va mantenuto sotto carico per almeno 24 ore, salvo che dall'andamento della prova risultasse consigliabile, a discrezione della Direzione dei Lavori, prolungare tale durata. Successivamente, con le stesse modalità seguite nel primo ciclo, si procede allo scarico, portando a zero il carico agente sul palo.

I risultati delle prove vanno riportati in appositi grafici rappresentanti gli abbassamenti ed i carichi in funzione del tempo e gli abbassamenti in funzione del carico, dai quali risultino gli abbassamenti del palo sotto carico e quelli residui ad avvenuto scarico.

I pali sottoposti a collaudo sono accettabili qualora gli abbassamenti sotto carico siano compatibili con i cedimenti ammissibili per la struttura in elevazione. Qualora ciò non si verifichi, la DD.LL. deciderà i provvedimenti da adottare, senza oneri per l'Appaltatore solo quando sia esclusa ogni sua inadempienza.

#### Prove di carico orizzontale

Il carico va applicato mediante un martinetto orizzontale interposto tra la testa del palo e l'elemento di reazione.

Il sistema di applicazione del carico deve avere una capacità maggiore di almeno il 10% del carico orizzontale massimo.

Durante la prova si devono misurare gli spostamenti orizzontali e le rotazioni della testa del palo. I primi vanno misurati mediante micrometri o strumenti ottici, con una precisione che deve essere non inferiore ad 1/10 mm. Le rotazioni vanno misurate mediante un'apparecchiatura di tipo inclinometrico, resa solidale alla testa del palo, o mediante un dispositivo che impieghi un filo a piombo; la precisione delle misure di rotazione deve essere non inferiore ad 1 mm/m. I carichi vanno applicati con incrementi successivi pari al 25% del carico di esercizio, fino al raggiungimento del valore pari ad 1,5 volte il suddetto carico.

Le misure degli spostamenti e delle rotazioni vanno fatte prima dell'applicazione di un incremento di carico e poi nell'istante in cui sarà stata completata la sua applicazione; successivamente ai tempi, in minuti primi, 2 - 5 - 10 - 20 - 30 - 40 - 60 - 80 ecc, fino alla stabilizzazione e comunque per un tempo non minore di 2 ore.

Raggiunto il carico di prova, questo va mantenuto per almeno 24 ore, effettuando misure ogni ora.

I risultati delle prove vanno riportati in appositi grafici rappresentanti spostamenti, rotazioni e carichi in funzione del tempo e spostamenti e rotazioni in funzione del carico.

Le misure degli spostamenti e delle rotazioni vanno fatte prima dell'applicazione di un incremento di carico e poi nell'istante in cui sarà stata completata la sua applicazione; successivamente ai tempi, in minuti primi, 2 - 5 - 10 - 20 - 30 - 40 - 60 - 80 ecc., fino alla stabilizzazione e comunque per un tempo non minore di 2 ore.

Raggiunto il carico di prova, questo va mantenuto per almeno 24 ore, effettuando misure ogni ora.

I risultati delle prove vanno riportati in appositi grafici rappresentanti spostamenti, rotazioni e carichi in funzione del tempo e spostamenti e rotazioni in funzione del carico.

#### Carotaggi di controllo

I carotaggi sia di tipo ordinario sia di tipo sonico, possono essere ordinati dalla DD.LL. per accertare le caratteristiche di pali già eseguiti.

Con i carotaggi del primo tipo devono essere prelevate carote mediante carotaggio continuo eseguito con impiego di sonde a rotazione con doppio carotiere (ad anima indipendente) e corone a diamanti, con circolazione d'acqua; il diametro delle carote deve essere compreso tra i 75 ed i 150 mm, secondo quanto indicato dalla Direzione dei Lavori.

I fori lasciati nei pali devono successivamente essere riempiti con malta cementizia.

Le carote prelevate durante la perforazione devono essere registrate su apposito modulo, da consegnare alla DD.LL., sul quale devono essere indicati:

- la designazione del cantiere;
- il numero del palo nel quale è stato eseguito il carotaggio;
- la lunghezza effettiva della carota ed il suo diametro;
- la profondità di prelievo.

Le carote devono essere conservate e trasportate al laboratorio indicato dalla DD.LL. con ogni precauzione necessaria a garantire la necessaria integrità per le successive prove di controllo.

Per l'esecuzione, in pali trivellati di grande diametro, di carotaggi sonici atti a controllare la continuità del nucleo centrale dei pali, la Direzione dei lavori può richiedere che prima del getto del calcestruzzo vengano installati 3 tubi in acciaio o in P.V.C. (di diametro 31,8 mm (1" 1/4)) fissati alle gabbie di armatura.

Ultimato il palo, si deve controllare la continuità del calcestruzzo mediante la discesa nei tubi di apposite sonde in grado di emettere e ricevere segnali ultrasonici attraverso il calcestruzzo.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Di detti segnali viene effettuata, tramite apposita apparecchiatura, la loro registrazione continua.

Le prove possono essere richieste anche in pali ove non siano stati preventivamente installati gli appositi tubi; in tal caso i fori verranno realizzati tramite carotaggio.

La strumentazione impiegata deve permettere un'immediata interpretazione dei dati rilevati, sufficiente ad individuare i maggiori difetti del palo.

Successivamente deve essere consegnata alla DD.LL., entro venti giorni dal termine delle prove, una relazione contenente le grandezze rilevate e la loro elaborazione e interpretazione; deve inoltre essere consegnata una copia della registrazione contenente i segnali rilevati.

#### 49.2 Diaframmi

I diaframmi devono essere realizzati a pali accostati oppure a parete continua in pannelli di calcestruzzo armato.

Il piano di lavoro per l'esecuzione dei diaframmi deve tenere conto della presenza di falde idriche ed essere ubicato almeno 1 metro al di sopra della massima escursione di falda.

Le trivellazioni, nel caso di diaframmi a pali accostati, e gli scavi, nel caso di diaframmi a pannelli, vanno eseguiti con l'ausilio di fanghi bentonitici, per garantire la stabilità e la tenuta delle pareti dei fori o degli scavi.

I fanghi devono essere ottenuti ed avere la composizione e le caratteristiche secondo quanto descritto nell'apposito paragrafo.

Al termine delle perforazioni o degli scavi si deve procedere ad un'accurata pulizia del fondo, prima di iniziare i getti del calcestruzzo.

Nel caso che sia previsto l'immorsamento in roccia della base del diaframma, le trivellazioni o gli scavi devono essere proseguiti per la profondità indicata nei disegni di progetto, che deve intendersi riferita alla roccia sana, escludendo l'eventuale cappellaccio di roccia alterata.

Il tratto di eventuale perforazione o scavo "a vuoto" compreso tra il piano di lavoro e la sommità dei diaframmi deve essere protetto con adatti apprestamenti di sicurezza o riempito con materiali inerti puliti.

Il getto del calcestruzzo per la formazione dei pali o dei pannelli deve essere eseguito senza alcuna soluzione di continuità, impiegando un tubo convogliatore in acciaio, avendo cura di posizionare l'estremità inferiore del tubo, all'inizio del getto, a 0,25 m circa dal fondo dei fori o degli scavi, e di mantenerla poi sempre immersa nel getto per almeno 1 metro.

Ove necessario, durante l'approfondimento degli scavi all'interno dei diaframmi, questi devono essere adeguatamente controventati con idonee strutture, o irrigiditi lungo la loro superficie interna mediante travoni di collegamento in cemento armato, disposti a distanze opportune tra loro, o ancorati al terreno retrostante mediante idonei tiranti metallici.

La superficie dei diaframmi messa allo scoperto dagli scavi e destinata a rimanere in vista o ad essere successivamente intonacata deve venire convenientemente regolarizzata.

##### Diaframmi a pali accostati

Vanno eseguiti mediante pali di qualsiasi diametro (di norma a grande diametro) trivellati a rotazione o a percussione, con eventuale impiego di corona diamantata o di scalpello per l'attraversamento di trovanti o l'immorsamento dei pali nella roccia.

Alla sommità, i pali costituenti il diaframma devono essere collegati mediante un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le caratteristiche del calcestruzzo e le modalità di posa in opera delle armature metalliche nei pali vale quanto esposto nell'apposito paragrafo di Capitolato.

La Direzione dei Lavori può richiedere l'esecuzione di carotaggi di controllo, di tipo ordinario, per accertare le caratteristiche dei pali eseguiti. Le relative modalità di esecuzione, i dati da registrare e le precauzioni di trasporto sono quelli descritti nel relativo paragrafo.

I fori lasciati nei pali devono successivamente essere riempiti con malta cementizia.

##### Diaframmi a pannelli

Lo scavo viene eseguito per campioni, mediante benna, con l'ausilio dei fanghi bentonitici. la dimensione longitudinale dei pannelli e le sequenze di scavo e di getto devono essere stabilite dall'Appaltatore, sotto la propria responsabilità, tenendo conto della natura del terreno, delle condizioni di stabilità di eventuali strutture adiacenti, e degli scopi cui il diaframma è destinato.

Qualora la disposizione planimetrica di progetto del diaframma preveda la realizzazione di nodi di collegamento ad L, a T, ad Y od a croce, lo scavo deve essere eseguito con particolare cura, onde evitare franamenti nelle zone di spigolo. L'Appaltatore deve sottoporre alla preventiva approvazione della DD.LL. il programma e le modalità di esecuzione degli scavi.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Per assicurare la continuità del diaframma, i pannelli contigui devono essere collegati mediante giunti verticali, realizzati mediante un vano d'immorsamento ricavato all'estremità del pannello, durante il getto, con l'impiego di apposito cassero.

Durante l'esecuzione dei singoli pannelli deve esserne costantemente controllata la verticalità, per garantire il contatto tra pannelli contigui lungo l'intera altezza dei giunti.

Rispetto alle dimensioni di progetto del diaframma sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche  $\pm 3$  cm
- sulla verticalità 2%

Nel caso che la disposizione planimetrica di progetto del diaframma preveda la realizzazione di nodi di collegamento al L, a T, ad Y od a croce, il getto di calcestruzzo dei pannelli che compongono il nodo deve essere eseguito contemporaneamente.

Per quanto riguarda le caratteristiche del calcestruzzo e le relative armature metalliche vanno rispettate le norme del presente Capitolato Speciale d'Appalto e la normativa vigente all'atto dell'esecuzione dei lavori.

Ad integrazione e completamento delle suddette Norme, si precisa che per i pannelli, se non diversamente disposto dalla Direzione Lavori, va impiegato cemento pozzolanico; il calcestruzzo deve essere sufficientemente plastico, per avere la garanzia della sua espansione nel cavo; la resistenza caratteristica a 28 giorni deve essere quella di progetto, e comunque non inferiore a 200 N/mm<sup>2</sup>.

Le armature metalliche (di norma ad aderenza migliorata) di lunghezza, se possibile, pari a quella del pannello, devono essere poste in opera prima dell'inizio del getto del pannello stesso. Le gabbie d'armatura devono essere dotate di opportuni distanziatori non metallici, atti a garantire la loro centratura all'interno dei cavi, ed avere un copriferro netto minimo di 6 cm rispetto alle barre longitudinali.

Nel caso che la disposizione planimetrica di progetto del diaframma preveda la realizzazione di nodi di collegamento ad L, a T, ad Y od a croce, l'armatura metallica dei pannelli costituenti il nodo deve essere realizzata in un'unica gabbia opportunamente collegata.

La DD.LL. può richiedere l'esecuzione di carotaggi di controllo, del tipo ordinario, per accertare le caratteristiche dei pannelli eseguiti. Le relative modalità di esecuzione, i dati da registrare e le precauzioni di trasporto sono quelli descritti nell'apposito paragrafo di Capitolato.

I fori lasciati nei pannelli vanno successivamente riempiti con malta cementizia.

Qualora il diaframma debba essere a tenuta idraulica, le iniezioni che si rendessero necessarie all'atto della messa a nudo della parete di valle devono essere eseguite tempestivamente al primo verificarsi delle venute d'acqua.

L'appaltatore deve in ogni caso eseguire, di propria iniziativa ed a sua cura e spese, ogni altra opera necessaria ad assicurare la perfetta tenuta del diaframma.

#### Scavi all'interno di diaframmi

Qualora si debbono eseguire scavi di volumi di terreno delimitati lungo la loro superficie laterale da diaframmi. L'Appaltatore deve provvedere ad allontanare, mediante sollevamento, l'eventuale acqua presente negli scavi.

L'opportunità del mantenimento in funzione delle stazioni di pompaggio in occasione delle lavorazioni successive allo scavo verrà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

#### ART. N. 50 CORDONATE STRADALI

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori. Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate sarà dosato a 3,5 q/l di cemento normale per mc di calcestruzzo finito, con la osservanza, nella sua confezione, delle norme indicate per i calcestruzzi cementizi. L'assortimento degli inerti varierà con curva regolare da mm 20 a 0.

Gli elementi verranno gettati in forme di lamiera; l'assestamento del conglomerato dovrà essere eseguito mediante tavola vibrante od altro sistema ritenuto idoneo dalla Direzione dei Lavori.

La resistenza cubica a rottura o compressione semplice a 28 giorni del conglomerato cementizio dovrà risultare non inferiore ai kg 300/cm<sup>2</sup>.

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo dosato a 2 q/l di cemento tipo normale per mc di getto finito, dello spessore indicato dalla Direzione dei Lavori, ma comunque non inferiore a cm 10.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg di cemento tipo 325 per mc di sabbia.

Le cordonate in trachite verranno posate con le stesse modalità delle cordonate in calcestruzzo.

## ART. N. 51 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

### 51.1 Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale, dopo l'eventuale correzione granulometrica e la miscelazione, avrà, in opera, le seguenti caratteristiche:

- 1) sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti; almeno il 20% in peso del materiale sarà costituito da frantumato a spigoli vivi;

CRIVELLI E SETACCI UNI (mm)	MISCELA PASSANTE TOTALE IN PESO %
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- 4) percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50%;
- 5) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo C.N.R. fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
- 6) equivalente in sabbia (prova AASHO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 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 dei Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione dei Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici; se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un I.P. inferiore a 3;
- 7) indice di portanza C.B.R. (norma ASTM 1883-61 T oppure C.N.R. U.N.I. 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di più o meno 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 nn. 1, 2, 4 e 5.

### 51.2 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.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, ogni singolo strato verrà compattato mediante rulli statici normali da 14/16 t o rulli vibranti del peso minimo di 5 t (o altro tipo che potrà essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori) e contemporaneamente bagnato a mezzo di autocisterne con la giusta quantità di acqua necessaria ad ottenere il massimo addensamento. Il materiale dovrà presentarsi, dopo la costipazione, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque approvata dalla Direzione dei Lavori.

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, controllata a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

### 51.3 Prescrizioni di carattere generale

Dopo il completamento della compattazione e della sagomatura del sottofondo (tout-venant) e prima di eseguire la pavimentazione bitumata, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa pretendere compenso alcuno, potrà ordinare l'apertura al traffico della strada per tutto il tempo che riterrà necessario ed opportuno per ottenere il consolidamento e la compattazione ottimale del sottofondo.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità alle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

## ART. N. 52 CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER) E TAPPETO DI USURA

### 52.1 Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura.

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.

### 52.2 Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

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

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

- Per strati di collegamento:

- \* perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- \* coefficiente di frantumazione secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 140;
- \* 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%.

- Per strati di usura:

- \* perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- \* coefficiente di frantumazione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 inferiore od uguale a 120;
- \* almeno un 30% in peso del materiale della stessa 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 1.400 kg/cmq, nonchè 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%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2-5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6. Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

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

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

### 52.3 Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 ed un indice di penetrazione compreso fra -0,7 e +0,7 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali.

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per la accettazione dei bitumi" del C.N.R., fascicolo II/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

### 52.4 Miscela

1) Strato di collegamento (binder)

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

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE TOTALE IN PESO
	%

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 67
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

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

- \* la stabilità Marshall eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 1000 kg. I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall corrispondente alle condizioni di impiego prescelte, devono essere compresi fra 2 e 4 mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 e 6%;
- \* elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- \* sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- \* la densità in opera deve essere  $>2.400 \text{ km/dm}^2$

2) Strato di usura

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

SERIE CRIVELLI E SETACCI 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 5,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- \* resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova ASTM D 1559) eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere maggiore di 1.200 kg. I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall, corrispondenti alle condizioni di impiego prescelte devono essere compresi fra 1 e 3,5 mm. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3 e 5.
- \* La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- \* elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- \* sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa
- \* grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra il 3% e il 6%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 5% e l'impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi

alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm di acqua, non dovrà risultare inferiore a 10.6 cm/sec.

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

#### 52.5 Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di far eseguire, presso un Laboratorio ufficiale designato dalla Direzione dei Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

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

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

Una volta accettata la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di sabbia e dell'aggregato di più o meno 5% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di più o meno 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita in base alla preventiva prova Marshall di più o meno 0,3%.

#### 52.6 Formazione e confezione degli impasti

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

In apposito laboratorio installato in cantiere a cura e spese dell'Impresa, dovranno essere effettuati, a discrezione della Direzione dei Lavori, ma con frequenza almeno giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) e della stabilità Marshall, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito, eseguendo il prelievo a rullatura ultimata ed a conglomerato raffreddato.

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

#### 52.7 Posa in opera degli impasti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 52.8 Scarificazione di pavimentazioni esistenti

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

#### 52.9 Miscele e conglomerati confezionati con bitume modificato

Sono conglomerati bituminosi tradizionali, che normalmente compongono lo strato portante superiore della sovrastruttura stradale, ai quali è stato sostituito il bitume stradale normalmente impiegato con idoneo bitume modificato.

Il conglomerato migliorato è quindi costituito da una miscela di inerti (sabbie, pietrischi, graniglie, filler) impastata a caldo con bitume modificato in impianti automatizzati. Esso è del tutto simile a quello confezionato con bitume tradizionale e valgono le stesse prescrizioni. Anche le modalità di produzione e di posa in opera non differenziano se non per la temperatura di lavorazione che deve essere aumentata di circa 10° C rispetto alle temperature usuali dei conglomerati confezionati con bitume tradizionale.

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati al precedente art. 9 in riferimento al tipo di conglomerato bituminoso stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato migliorato per strato di usura dovrà avere i seguenti requisiti minimi di accettazione:

requisiti del conglomerato migliorato per STRATO DI USURA	unità di misura	Valori
Bitume 50 – 70 e 80 - 100 modificato: quantità sul peso degli inerti	%	5÷6
Rapporto filler/bitume	/	1,2÷1,7
stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)	kg	> 1200
rigidezza Marshall (capacità portante media)	kg/mm	350-500
percentuale di vuoti residui	%	3-5

Il legante bituminoso da utilizzare dovrà possedere elevate proprietà elastomeriche evidenziate da una notevole capacità di deformazione e da un ritorno elastico durevole anche alle basse temperature, dovrà essere costituito da un bitume per usi stradali (C.N.R. B.U. n° 68 del 23/05/78) modificato con elastomeri nella misura del 5-8% in peso, secondo le richieste tecniche di seguito specificate:

Bitumi modificati (modificanti polimerici)

Servono a modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali migliorandone le caratteristiche.

La modifica delle proprietà dei leganti bituminosi mediante l'aggiunta di polimeri ha come scopo:

- aumentare l'intervallo di plasticità e di conseguenza diminuire la suscettibilità termica in campo di temperatura compreso tra - 20° C a + 70° C;
- aumentare l'adesione;
- aumentare la viscosità.

La classificazione delle sostanze polimeriche può essere elencata come segue:

Materiali termoplastici

- polietilene PE
- polipropilene PP
- cloruro di polivinile PVC

caratterizzate da un progressivo rammollimento in seguito a riscaldamento e dal passaggio allo stato liquido ad una determinata temperatura.

Materiali elastoplastici

- stirene / butadiene - stirene / SBS Radiale e lineare
- etilene vinil acetato EVA
- etilene propilene monomero EPDM

caratterizzati da una combinazione delle proprietà elastiche e plastiche.

Materiali elastici

- gomme naturali e no
- neoprene
- stirene butadiene SBR

caratterizzati dal fatto che al riscaldamento si decompongono prima di arrivare alla fusione.

Per quanto concerne il bitume di base da modificare (50 - 70 e 80 – 100 Pn), anch'esso deve presentare alcuni requisiti di compatibilità con il modificante.

A tal proposito:

- non esiste un bitume di tipo universale in grado di garantire la compatibilità allo stoccaggio per qualsiasi miscela di bitume/polimero;
- la compatibilità del bitume di base con il polimero modificante è legata alla natura e composizione dei gruppi idrocarburi componenti la fase maltenica.

La prevalenza di gruppi aromatici favorisce la miscelazione di polimeri di tipo SBS e SBR.

Quella dei gruppi paraffiniconaftenici favorisce la miscelazione di polimeri del tipo PE, PP, EPDM.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Pertanto, una volta individuato il tipo di bitume che possiede i requisiti di compatibilità con una definitiva categoria di polimeri, si dovrà mantenere uniforme la sua composizione idrocarburica per garantire la miscebilità con quei polimeri e per ottenere un legante rispondente a specifici requisiti qualitativi.

Poiché il processo d'interazione chimico - fisico dell'elastomero con il bitume è condizionato dall'origine del bitume, dalla temperatura di miscelazione dal contenuto ottimale di polimero e dalla costanza qualitativa, l'Appaltatore dovrà presentare in tempo utile una relazione riguardante:

- qualità caratteristiche, quantità ed affinità dei componenti il legante elastomerizzato;
- modalità e schemi operativi di produzione, temperature di processo, tempi di miscelazione, tempi utili di stoccaggio a temperatura;
- dati di caratterizzazione chimico - fisica e reologica del legante.

In funzione delle caratteristiche meccaniche che si intende raggiungere, vengono riportati i parametri chimico - fisici richiesti (il bitume base 50 - 70 e 80 - 100):

- penetrazione a 25 °C dmm	40/70
- punto di rammollimento P.A. °C	> 60
- punto di rottura Frass °C	< - 15
- viscosità dinamica a 160 °C m Pa x s	> 250
- recupero elastico a 25 °C	> 50

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego.

La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella d'impiego, dovrà essere verificata con la prova di "Stabilità di bitume modificato allo stoccaggio a caldo".

L'approvvigionamento del bitume modificato dovrà essere accompagnato da una scheda tecnica redatta dal fornitore, con i valori delle caratteristiche del prodotto che devono soddisfare quelle prescritte.

In ogni caso ed in special modo, qualora il legante venga modificato in cantiere, la Direzione Lavori provvederà ad eseguire adeguati e frequenti controlli sul legante stesso al fine di accertare con la massima frequenza possibile l'omogeneità e la stabilità delle caratteristiche del prodotto modificato, restando sempre e comunque, come di norma, ogni responsabilità all'Appaltatore in merito alla qualità del conglomerato in opera.

Il riscaldamento del bitume modificato alla temperatura di impiego dovrà essere effettuato lentamente, evitando surriscaldamenti locali, prima dell'impiego il prodotto dovrà essere fatto comunque circolare fra il serbatoio di stoccaggio e l'impianto di mescolamento, per assicurare l'uniformità della temperatura.

Per il prelevamento dei campioni si segue la Norma C.N.R. B.U. n° 81 del 31/12/1980.

La posa in opera del conglomerato migliorato dovrà essere eseguita rispettando le modalità descritte nel precedente art. 9 e quelle riportate nel presente art.

## 52.10 Trattamento superficiale in "mono strato" realizzato con emulsione prodotta da bitumi modificati con S.B.S. radiali e graniglie di prima categoria

I trattamenti superficiali bitumati per il rinnovo dei vecchi manti di usura saranno preceduti, a loro volta ove occorra e se espressamente ordinato dalla Direzione dei Lavori, da alcuni lavori di rappazzatura per il ripristino della vecchia pavimentazione o di correzione delle ondulazioni ed avvallamenti del piano viabile.

Questi eventuali lavori preliminari saranno contabilizzati a parte al prezzo di Elenco.

Verrà quindi eseguito il trattamento superficiale in "mono strato".

Esso richiede che la superficie stradale da ricoprire risulti asciutta e rigorosamente pulita, libera in modo assoluto da polvere, fango od altro.

Anche tale pulitura dovrà essere eseguita dall'Impresa o con apparecchi pneumatici depolverizzatori o con altri mezzi in ogni caso previa raschiatura, rimozione ed allontanamento delle materie eterogenee aderenti alla superficie da trattare. Il trattamento dovrà essere eseguito a temperatura ambiente non inferiore a +10° C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia. Se tali condizioni mancassero, il lavoro dovrà sospendersi. Si provvederà allo spargimento di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, data uniformemente con apposita autocisterna spanditrice avente impianto di riscaldamento autonomo e dotata di barra di spruzzatura automatica a larghezza regola-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

bile e delle strumentazioni di controllo della quantità. Il legante speciale sarà steso in ragione di kg. 1,300/mq. minimo o kg. 1,500/mq. massimo alla temperatura di 60-80°C.

Seguirà l'immediata stesa della graniglia, di basalto o porfido avente generalmente la pezzatura di 3-6 o 4-8 mm., data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt. 6-7/mq. Tali lavorazioni devono essere ottenute con l'impiego di specifico macchinario semovente che provvede alla contemporanea stesa dell'inerte e del legante. Seguirà adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 ton. del tipo gommato.

Apertura al traffico con velocità ridotta.

Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice.

N.B.: Le pezzature delle graniglie indicate ed i relativi quantitativi possono essere suscettibili di variazione in funzione delle esigenze della D.L. (vedi tabella inerti).

**SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

**EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO CON SBS-R**

<b>Caratteristiche</b>	<b>Metodi di prova</b>	
a) Contenuto d'acqua	CNR 101/84	max. 30%
b) Contenuto di legante	100 - a)	min. 70%
c) Contenuto di bitume	CNR 100/84	min. 67%
d) Contenuto di flussante	CNR 100/84	max. 3%
e) Demulsività	ASTM D244	50-100%
f) Omogeneità	ASTM D244	max. 0,2
g) Sedimentazione a 5 gg.		max. 5%
h) Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	min. 20°E
i) pH (grado di acidità)		2 - 4

<b>Caratteristiche del bitume SBS emulsionato:</b>		
l) Penetrazione a 25°C, 100 gr. k 5"	CNR 24/71	50-60 mm
m) Punto di rammollimento (P.A.)	CNR 35/73	65-75 °C
n) Viscosità dinamica a 60°C 1/s	671772a	800-1000 Pa s
o) Viscosità dinamica a 80°C 1/s	671772	80-130 Pa s
p) Viscosità a 160°C 1/s	671772a	0,2-0,4 Pa s
q) Punto di rottura (Fraas)	CNR 43/72	- 20°C

**INERTI (c.f.r. - C.N.R. - Comitato Studi Materiali Stradali - fascicolo n. 4)**

<b>Natura Basaltica</b>	
Coefficiente qualità Deval	Minimo 12
Coefficiente I.S.S.	minimo 4
Coefficiente di frantumazione	massimo 120
Perdita per decantazione	massimo 1

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Resistenza all'usura	massimo 0,8
----------------------	-------------

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

**INERTI**

	Pietrischetti		Graniglia	
	12/18 mm	8/12 mm	4/8mm	3/6mm
Setacci A.S.T.M.	PASSANTE AL SETACCIO % IN PESO			
3/4"	100%	100%		
1/2"	40-80	97-100%		
3/8"	2-15%	78-94%	100%	
1/4"	0-4%	12-34%	88-100%	100%
N. 4	0	0-8%	26-55%	92-100%
1/8"	0	0	0-11%	60-82%
N. 10			0	2-15%
lt/mq prima mano	10/11	8/9	5/6	
lt/mq seconda mano			6/7	5/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce basaltiche, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

### 52.11 Microtappeto a freddo "SLURRY SEAL"

**DESCRIZIONE:**

Il microtappeto a freddo tipo "slurry seal" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa, usato per trattamenti superficiali di irruvidimento ed impermeabilizzazione di pavimentazioni stradali.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, consente l'apertura della strada al traffico quasi immediatamente.

**INERTI**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita di peso minore del 20% alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (B.U. CNR 34/73); inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) determinato su tali pezzature, dovrà essere uguale o maggiore di 0,40.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

L'aggregato fine sarà composto da sabbia di frantumazione ed, eventualmente, da sabbia naturale di fiume: la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà comunque essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere, alla prova Los Angeles (B.U. CNR 34/73 prova "C") eseguita sul granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato dalla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore o uguale al 80% (B.U. CNR 27/72).

**ADDITIVI**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte precedentemente, potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento portland 325).

**MISCELE**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo finale	9 mm	6 mm	4 mm
Crivelli e setacci UNI	passante %	passante %	passante %
Crivello 15 mm.	100		
Crivello 10 mm.	85-100	100	100
Crivello 5 mm.	60-85	70-90	85-100
Setaccio 2 mm.	36-55	39-63	58-83
Setaccio 0,4 mm.	14-28	14-28	22-36
Setaccio 0,18 mm.	8-19	8-19	11-22
Setaccio 0,075 mm.	4-8	5-15	5-15

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

**MALTA BITUMINOSA**

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% del tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici.

Caratteristiche del legante residuo dalla distillazione (ASTM):

Penetrazione a 25°C	dmm	50/70	CNR B.U. 2.4
Punto di rammollimento	°C	55/65	CNR B.U. 3.5
Punto di rottura Fraas	°C	15	CNR B.U. 4.3

Dovranno essere impiegati dopos di adesività per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

**COMPOSIZIONE DELLA MISCELA E DOSAGGI**

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	U.M.	9 mm.	6 mm.	4 mm.
Dosaggio della malta	Kg/mq.	15-25	10-15	7-12
Pezzature max inerti	mm.	10-13	7-8	5-6

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

residuo, % in peso su- gli inerti	%	5,5-7,5	6,5-12	7,5-13,5
--------------------------------------	---	---------	--------	----------

#### ACQUA

L'acqua utilizzata nella preparazione dei microtappeti dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose e rispondere ai requisiti stabiliti dalle disposizioni emanate dall'art. 21 della legge n. 1086 del 5/11/1971 (D.M. 1/4/1983 e successivi aggiornamenti).

#### CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con un'apposita macchina impastatrice semovente, autocaricante anteriormente, a quattro ruote motrici, idoneo alla confezione e stesa a freddo di conglomerati bituminosi fluidi nonché alla spruzzatura a caldo di bitumi ed emulsioni elastomerizzati e resine solubili in veicolo acquoso.

Tale impianto dovrà essere completo di apparati di regolazione, controllo e dosaggio automatici, computerizzati con sistema di regolazione radar dei cinque componenti solidi e liquidi che potranno essere costituenti le miscele.

#### DIMENSIONI DI MASSIMA DELLA MACCHINA

- lunghezza	mm	7.000 ca
- larghezza	mm	2.400 ca
- altezza	mm	2.800 ca
- peso a vuoto	Kg.	11.000
- velocità di lavoro	Km/h	0-4
- velocità di trasferimento	Km/h	0-8

La macchina è costituita essenzialmente da:

1. Serbatoio dell'emulsione bituminosa
2. Tramoggia degli aggregati lapidei
3. Tramoggia dei filler
4. Dosatore degli aggregati lapidei
5. Nastro trasportatore
6. Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
7. Spruzzatore dell'acqua
8. Mescolatore
9. Stenditore a carter.

Le operazioni di produzione stesa devono avvenire in modo continuo connesso alla velocità di avanzamento della motrice nelle seguenti fasi:

1. Ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
2. Aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
3. Miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
4. Aggiunta dell'emulsione bituminosa
5. Miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
6. Colamento dell'impasto nello stenditore a carter
7. Distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa a livellamento.

La stesa dovrà essere uniforme e la velocità d'avanzamento regolata secondo le quantità e gli spessori indicati dalla D.L. ed eseguita parallelamente all'asse stradale.

Non dovranno avvenire fenomeni di segregazione della miscela durante le fasi di stesa e prima dell'inizio della rottura dell'emulsione.

Immediatamente prima di iniziare la stesa del microtappeto a freddo, si dovrà procedere alla eventuale pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o con mezzi meccanici; tutti gli eventuali detriti e/o polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi, a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale, prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto mediante stesa di sabbia di frantoio nella misura di 0,5-1,0 Kg/mq.

Al termine delle operazioni di stesa, il microtappeto dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature o strappi), una notevole scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela ed assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

Il costipamento dovrà essere effettuato con rullo gommato di peso adeguato.

La produzione e/o la posa in opera del microtappeto a freddo dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore a 10°C ed in caso di pioggia.

**CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLA PAVIMENTAZIONE**

La pavimentazione al termine dei lavori dovrà presentare un coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.), misurato con l'apparecchiatura SCRIM, dovrà risultare nell'arco di un anno dalla stesa non inferiore a 55; inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale, misurata con il sistema dell'altezza in sabbia "HS" (B.U. CNR 94/83) o mediante il misuratore "MINI TEXTURE METER" (WDM-TRRL), dovrà essere superiore a 0,8 mm nello stesso arco di tempo.

**52.12 Trattamento superficiale "SPLITTMASTIX" realizzato con bitumi modificati tipo HARD e pietrischi di origine effusiva**

**1) Legante**

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (C.N.R. B.U. n° 30 del 15/03/1973) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1.000 kg;
- il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 200;
- il valore della prova di impronta a 60° C dopo un'ora dovrà risultare inferiore a 1,00 mm;
- la resistenza a trazione indiretta eseguita a 25° C su provini Marshall dovrà risultare non inferiore a 0,80 N/mmq.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall alla trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (C.N.R. B.U. n° 39 del 23/03/1973).

**2) Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali.

**BITUMI MODIFICATI A. V. (HARD)**

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Bitumi alta viscosità modificati con	
		SBS 7%	PE 7%
Densità a 25° C	g/cmc	1.0 - 1.07	1.0 - 1.07
Penetrazione a 25° C	dmm	40 - 50	45 - 55
Punto di rammollimento P.A.	°C	65 - 80	55 - 70
Indice di penetrazione		÷ 1 / ÷ 5	÷ 1 / ÷ 3
Punto di rottura FRAASS	°C	< -18	< -18
Duttilità	%	> 100	> 100
Viscosità dinamica a 60° C	Pa x s	800 - 5.000	1.000-2.500
Viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5
Solubilità in solventi organici, min.	%	99.5	99.5
Tube Test (stabilità *)	t°	max 3 °C	max 3 °C

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Contenuto di paraffina, max.	%	2.5	2.5
Valori dopo RTFOT (Roling Thin Film Oven Test)			
Penetrazione residua a 25° C (**)	%	≥ 30	≥ 30
T° P.A. (***)	°C	≤ 10	≤ 10
T° FRAASS (****)	°C	≤ 8	≤ 8
Viscosità dinamica a 60° C	Pa x s	1.500-7.000	1.500-4.000

(\*) = il punto di rammollimento deve avere un t max 3 °C

(\*\*) = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) x 100

(\*\*\*) = Temperatura P.A. dopo RTFOT - Temperatura P.A. iniziale

(\*\*\*\*) = Temperatura FRAASS dopo RTFOP - Temperatura FRAASS iniziale

SBS = Gomma sintetica Stirene Butadiene Stirene

PE = Polietilene

Composizione granulometrica indicativa per USURA ANTISDRUCCIOLO SMA

Setacci ASTM	Apertura maglie (mm)	Passante totale in peso %
3/4"		100
1/2"	12,5	95-100
3/8"	9,52	65-95
1/4"	6,35	40-60
n° 4	4,76	30-50
n° 10	2,00	20-30
n° 40	0,42	12-22
n° 80	0,177	9-19
n° 200	0,074	8-13

### 3) Gli inerti

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati in cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n° 34 del 28/03/1973) inferiore al 22%. L'indice dei vuoti delle singole pezzature secondo le norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,85.

Il coefficiente di inibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme B.U. CNR fasc. IV/1953.

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore od uguale a 0,40 (Norme B.U. CNR in corso di edizione):

. coefficiente di forma superiore a 0,2 (UNI 8520 parte 18^),

. coefficiente di appiattimento inferiore a 12% (UNI 8520 parte 18^).

### 4) Posa in opera

La superficie dovrà essere preventivamente ed opportunamente pulita con idonee macchine dotate di spazzole aspiranti, così da garantire l'asporto di polvere e sostanze estranee.

Particolare cura dovrà, inoltre, essere posta per la rimozione di macchie di olio.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Si procederà, quindi, alla stesa di legante (per fasce continue di larghezza variabile) con attrezzature automatiche ed automontate che garantiscano l'ottimale rispetto delle quantità prevista di impiego che non deve essere inferiore a Kg 0,50 per mq.

Le attrezzature dovranno essere inoltre munite di sistema di riscaldamento che garantisca le temperature ottimali di stesa.

Immediatamente dopo la stesa dell'emulsione acida al 55% di ancoraggio, si procederà alla stesa del conglomerato garantendo il transito dei mezzi spandimento senza danneggiamento della tratta in fase di esecuzione.

### 52.13 Conglomerato bituminoso per strati di base e bynder ad alto modulo complesso

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori.

#### 1) bitume

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella A in quantità comprese fra 4,8 % e 6,0 % per lo strato di base e tra 5,2% e 6,5% per lo strato di collegamento.

<b>TABELLA A - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI AD ALTO MODULO</b>		
Caratteristiche	U.M.	caratteristiche
Densità a 25° C	g/cmc	1.0-1.04
penetrazione a 25° C	dmm	20-30
punto di rammollimento	° C	60-80
indice di penetrazione		+ 1/+5
punto di rottura Fraass. min.	°C	<-16
duttilità a 25° C. min.	cm	>100
ritorno elastico a 25° C	%	=>90
viscosità dinamica a 100° C (SPD.L 07, RPM 1)	Pa x s	60-110
viscosità dinamica a 160° C (SPD.L. 21, RPM 10)	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici. min.	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
Scostamenti dopo prova "tuben test"		
Penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	=<5.0
Punto di rammollimento	Δ (°C)	= <3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
Penetrazione residua a 25° C ° *	%	=<50
ΔT° (P.A.) **	°C	=< 10
viscosità dinamica a 80° C	Pax s	= > 110

\* %= (penetrazione dopo RTFOT/penetrazione iniziale) \* 100

\*\* temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

#### 2) aggregati

##### •Strato di collegamento (binder)

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n.34 del 28.3.73) inferiore al 22%. Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

##### •Aggregato fino (pezzature inferiori a 5 mm)

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n.34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%. L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova B.U. CNR n. 27 (30.03.1972) dovrà essere superiore od uguale ad 80.

3) miscela

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Crivelli e setacci UNI

	BASE (sp. 8-12 cm)	BINDER (sp. 5-7 cm)
30	100	100
20	80-100	80-100
15	60-85	70-90
10	40-65	55-75
5	30-50	35-55
2	20-36	28-42
0.42	12-20	12-24
0.18	8-15	10-15
0.075	6-12	6-12

4) requisiti di accettazione

> *Il conglomerato dovrà aver i seguenti requisiti:*

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1800 Kg per entrambi gli strati.
- il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 300 kg/mm per ambo gli strati;
- i valori di modulo elastico complesso dovranno risultare, per entrambi gli strati, superiori a 6000 Mpa e 12000 Mpa rispettivamente alle temperature di 30 °C e di 10 °C, alla frequenza di 10 Hz;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1.0% e il 4.0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

> *Controllo dei requisiti di accettazione*

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5\%$  per lo strato di base e di  $\pm 3\%$  per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI di  $\pm 2\%$ ; per il passante al setaccio 0,075 mm UNI di  $\pm 1,5\%$ ).

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), media di 4 prove;
- stabilità e rigidità Marshall.
- inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR B.U. n. 81 del 31.12.1980 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui al punto bitumi del presente articolo tabelle B e C devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, essendo obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° o 80°, alla penetrazione e al punto di rammollimento che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi.

<b>TABELLA B</b>		Bitume 60/70	Bitume 80/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
<b>PRIMA PARTE</b>			
Penetrazione a 25° C	Dmm	60-70	80-100
punto di rammollimento	°C	48-54	47-52
indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
punto di rottura Fraass. min.	° C	-8	-9
duttilità a 25° C. min.	Cm	90	100
solubilità in solventi organici. min.	%	99	99
perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C. max	%	0,2	0,5
Contenuto di paraffina. max	%	2,5	2,5
viscosità dinamica a 60° C (SPDL07, RPM 1)	Paxs	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C (SPDL21 RPM 100)	Pa x s	0,16-0,23	0,12-0,18
<b>SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT *</b>			
viscosità dinamica a 60° C (SPDL07, RPM 1)	Pa x s	700-800	500-700
Penetrazione a 25° C	Dmm	20-25	20-30
duttilità a 25° C. min.	Cm	70	70

\* Rolling Thin Film Oven Test

\*\*temperatura P.A. dopo RTFOT- temperatura P.A. iniziale

<b>TABELLA C - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI</b>			
Caratteristiche	U.M.	soft 3%-5%	Hard 5%-7%
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04	1,0-1,04
Penetrazione a 25° C	Dmm	50-70	45-60
punto di rammollimento	°C	55-65	75-85

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

indice di penetrazione		+ 1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass. min.	°C	<-12	<-16
duttilità a 25° C. min.	Cm	> 100	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	=>80	>95
viscosità dinamica a 80° C (SPDL07, RPM 10)	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C (SPDL07.RPM 10)	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21 RPM20) (SPDL_A 21RPM 10)	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici. min.	%	99	99,5
Contenuto di paraffina. max	%	2,5	2,5
Scostamenti dopo prova "tuben test"			
Penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	<5.0	<5.0
punto di rammollimento	ΔT (°C)	<3.0	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test			
Penetrazione residua a 25° C *		= >60	=>50
Δ T* (P.A.) **	°C	=<8	=<10
viscosità dinamica a 80° C	Paxs	=>800	
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s		=> 100

\* % = (penetrazione dopo RTFOT/penetrazione iniziale) \* 100

\*\* temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà penalizzata del 20% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$CM \text{ (metri cubi)} = Q / (2.300 \times 0,045)$$

$$D \text{ (lire)} = 0,20 \times CM \times PS$$

D è la cifra da detrarre e P<sub>S</sub> è la media ponderale dei prezzi di base (P<sub>B</sub>), binder (P<sub>b</sub>), usura (P<sub>u</sub>) comprese le percentuali di impiego.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. 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 D.L.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

### > Confezione delle miscele

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

### > Posa in opera delle miscele

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 60 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140 °C per conglomerati con bitumi normali.

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

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento: rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura: rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 Kg per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 13.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D. L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 da N/m<sup>2</sup>.

Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo di tempo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra 65.000 e 96.000 da N/cm<sup>2</sup> alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in da N/cm<sup>2</sup> ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali ricadano almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un programma di calcolo.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

Qualora il valore medio dello strato soggetto a prova non superi i 65.000 daN/cm<sup>2</sup> lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati effettuando una detrazione del 10%.

La temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella Marshall relativa a prelievi in eseguiti impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione. La temperatura massima d'impasto non dovrà essere superiore a 180° C.

#### 52.14 Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati (di origine effusiva), sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- elevata rugosità superficiale;
- minore rumorosità;
- minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

##### 1) bitume

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella D in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Caratteristiche	U.M.	soft 3%-5%	hard 5%-7%
densità a 25° C	g/cmd	1,0-1,04	1,0-1,04
Penetrazione a 25° C	Dmm	50-70	45-60
punto di rammollimento	°C	55-65	75-85
indice di penetrazione		+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, min.	°C	<-12	<-16
duttilità a 25° C, min.	Cm	> 100	>100
ritorno elastico a 25° C	%	= 80	>95
viscosità dinamica a 80° C (SPD.L. 07 RPM 10)	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C (SPD.L. 07 RPM 10)	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C (SPD.L. 21, RPM 20) (SPD.L. 21 RPM 10)	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici	%	99	99,5
Contenuto di paraffina, max %		2,5	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"			
Penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	<5.0	<5.0
punto di rammollimento	ΔT (°C)	<3.0	<3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test			
Penetrazione residua a 25° C **	%	=>60	=>50
ΔT° (P.A.) **	° C	=<8	=<10
viscosità dinamica a 80° C	Pa x s	=>800	
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s		=>100

\*\* % = (penetrazione dopo RTFOT/penetrazione iniziate) \* 100 r)

\* temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

## 2) aggregati

### •Inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR BU 139/92 per la classe di traffico PP.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR B.U. n. 169 del 20.06.94.

### •Strato di usura

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.1973) inferiore al 20.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953:

- coefficiente di forma superiore a 0,22 (UNI 8520 parte 18A),
- coefficiente di appiattimento inferiore a 12% (UNI 8520 parte 18A).

Nel caso sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 0,45 (Norme B.U. C.N.R. 140/92),
- coefficiente di forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18A),
- coefficiente di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI 8520 parte 18A).

È facoltà del Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**3) miscela

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Crivelli e setacci	UNI	Passante totale fuso A (sp. 3-5 cm)	in peso % fuso B (sp. 2- 3 cm)
crivello	15	100	
crivello	10	62-85-100	
crivello	5	30-50-35-55	
setaccio	2	22-34-22-35	
setaccio	0,4	10-20-12-22	
setaccio	0,18	9-16	9-16
setaccio	0,075	8-14	8-14

4) requisiti di accettazione

> *Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti:*

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60° costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1.300 Kg,
- Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 200 kg/mm,
- valore della prova di impronta a 60° dopo un'ora inferiore a 1,00 mm,
- la resistenza a trazione indiretta eseguita a 25°C su provini Marshall dovrà risultare non inferiore a 1,0 N/mm<sup>2</sup>.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall e la trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

>Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base e binder ad alto modulo come indicato in precedenza.

>Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base e binder ad alto modulo come indicato in precedenza.

>Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base e binder ad alto modulo come indicato in precedenza ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato anche con rulli tandem statici o vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella Marshall relativa a prelievi eseguiti in impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

**ART. N. 53 BARRIERE DI SICUREZZA**

L'installazione di barriere metalliche di massima protezione dovrà eseguirsi ai sensi delle "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale, allegate al D.M. LL.PP. 3/6/1998 così come integrato dal D.M. LL.PP. 11/6/1999 e successive modifiche ed integrazioni conformi alle normative citate.

È richiesta la classe H4 per barriere da installare a bordo ponte con livello di contenimento non inferiore a 572 KJ e a 724KJ per la prova d'impatto con autoarticolato.

L'impiego di barriere bordo rilevato sarà di classe H4 nei tratti del rilevato.

Le barriere saranno costituite da una serie di sostegni in profilato metallico, da una fascia orizzontale a triplice onda e da un profilo dissipatore superiore a sezione cava, pure metalliche, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori, come indicativamente rappresentato negli elaborati di progetto. Dovrà essere inoltre garantita la continuità con le barriere esistenti nei tratti adiacenti alla zona d'intervento.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

I montanti dovranno comunque resistere in campo elastico alle forze indicate nel D.M. LL.PP. 4/5/90 –“Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”. In particolare la stessa verifica dovrà essere soddisfatta dall'ancoraggio del montante al cordolo, sia esso del tipo a bicchiere che del tipo a piastra con tirafondi.

Tutte le parti metalliche dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 B (classi definite secondo le norme UNI EN 10025).

La bulloneria sarà tutta a testa tonda ed alta resistenza (classe 8.8 o superiore).

Tutte le parti metalliche saranno zincate a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 gr/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della norma UNI 5744/66.

I dispositivi rifrangenti, di colore indicato dalla Direzione dei Lavori ed elevata intensità luminosa con supporti in alluminio, saranno di dimensione 100x150 mm o comunque uguali a quelli adottati dalla Società Veneto Strade, ovviamente di tipo omologato dal Ministero dei Lavori Pubblici e preventivamente sottoposti alla Direzione Lavori per la relativa approvazione.

L'impresa è tenuta a trasmettere alla Direzione dei Lavori con congruo anticipo, per la necessaria approvazione, la documentazione riguardante la tipologia (disegni, materiali, ecc.) della barriera scelta rispondente ai requisiti sopra descritti, allegando copia conforme del certificato di omologazione e delle prove di crash test.

#### **ART. N. 54 BARRIERE FONOASSORBENTI**

Si intende barriera antirumore composta da pannelli fonoassorbenti e fonoisolanti in alluminio, posti nella fascia di un metro a partire dalla quota del cordolo in c.a., e da pannelli fonoisolanti in polimetilmetacrilato (PMMA), posti nei due metri superiori. Le dimensioni complessive di ogni pannello in alluminio saranno: spessore 115 mm, altezza 500 mm e lunghezza utile per l'interasse richiesto fra i montanti pari a 3000 mm. Le dimensioni complessive dei pannelli in PMMA saranno: spessore 15 mm, altezza 1500 mm e lunghezza utile per l'interasse richiesto fra i montanti pari a 3000 mm. Un telaio in acciaio, completo di guarnizioni antivibrazione, consentirà l'installazione dei pannelli in PMMA fra i montanti.

I montanti saranno costituiti da profili HEA 160 in acciaio S 275 JR, saranno posti ad interasse pari a 3000 mm ed avranno altezza pari a 2500 mm. Saranno saldati alla base ad angolari o piastre dimensionate per consentire il fissaggio ai cordoli in calcestruzzo tramite tirafondi o contropiastre.

Tutto il materiale in acciaio sarà zincato a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461. I montanti ed i pannelli in alluminio saranno verniciati con polveri poliuretaniche alifatiche e successivo fissaggio in forno ad alta temperatura. Il colore da utilizzare sarà scelto su campionatura a cura della D.L.

Sono comprese guarnizioni, testate antivibrazione, bulloneria di serraggio, tirafondi e contropiastre nonché la perforazione del cordolo ed il successivo inghisaggio dei tirafondi in barre d'acciaio ad alta resistenza di opportuno diametro.

Gli elementi in PMMA dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- densità	$\geq 1.25$ g/cm <sup>3</sup>
- trasmissione luce	$\geq 92$ %
- temperatura di rammollimento	$\geq 110$ gradi C
- resistenza a trazione	$\geq 70$ N/mm <sup>2</sup>
- modulo di elasticità	$\geq 3000$ N/mm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione	$\geq 98$ N/mm <sup>2</sup>

La barriera:

- dovrà assicurare un abbattimento del rumore tale da garantire il rispetto dei valori dei limiti massimi del livello sonoro previsti sia dal D.P.C.M. in data 1.3.1991 che dalle Norme Tecniche. Dovranno inoltre essere garantite e rispettate le descrizioni attinenti le caratteristiche dei materiali e le prestazioni dei pannelli, contenute nelle "Istruzioni per l'inserimento ambientale delle infrastrutture stradali e ferroviarie con riferimento al controllo dell'inquinamento acustico" gennaio 1992 edite a cura dell'ANAS e della Società Autostrade.- dovrà essere progettata in modo da resistere alle sollecitazioni di carico e del vento previste dalle Norme CNR - UNI 10012-67, e pertanto le barriere dovranno fungere anche da elemento frangivento. Nel rispetto dei requisiti minimi indicati, dovrà inoltre, resistere alle sollecitazioni previste dalla Normativa vigente ed in particolar modo al D.M. del 16.01.1991 e successive integrazioni. Compreso l'onere dell'Appaltatore di verificare le caratteristiche tecniche e strutturali del sostegno di ancoraggio della barriera e adottare tutti gli accorgimenti necessari per assicurare la staticità della suddetta barriera.

Nel caso di barriere installate su manufatti mancanti di parapetto, la stessa sarà corredata di tubo corrimano con le caratteristiche di protezione di normativa, idoneamente ancorato alle proprie strutture portanti.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Sono, altresì, compresi nel prezzo tutti gli oneri per l'esecuzione delle opere anche in presenza di traffico, per l'installazione della segnaletica regolamentare prevista dal codice della strada ed ogni altro onere per dare finito il lavoro a perfetta regola d'arte.

La voce comprende inoltre la fornitura e posa in opera, mediante incollaggio sui pannelli in PMMA, di due adesivi, riproducenti la sagoma di volatili, ogni tre metri di sviluppo della barriera. Il tutto dato in opera a regola d'arte secondo le prescrizioni del presente capitolato ed i disegni di progetto.

L'impresa è tenuta a presentare una relazione di calcolo della struttura metallica e dei pannelli, oltre alla scheda tecnica dei pannelli indicante le caratteristiche di fonoassorbimento del pannello stesso.

#### ART. N. 55 SEGNALETICA ORIZZONTALE

I materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori di segnaletica dovranno avere le caratteristiche e proprietà stabilite dalle leggi vigenti e, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovranno essere riconosciuti della migliore specie e qualità reperibile sul mercato.

La vernice accettata dovrà essere fornita negli imballaggi originali e dovrà recare il marchio della fabbrica produttrice. Le vernici saranno rifrangenti, del tipo con perline di vetro premiscelate, e dovranno essere costituite da pigmento di biossido di titanio per la vernice bianca e giallo cromo per la gialla.

Il contenuto in biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 12% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

Il liquido portante dovrà essere del tipo olio-resinoso, con parte resinosa sintetica. I solventi e gli essiccanti dovranno essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori, dovranno avere un diametro compreso tra 0,006 mm e 0,20 mm e la loro quantità in peso contenuta nella vernice dovrà essere circa del 22 %. Subito dopo la stesa, a vernice ancora fresca, si dovrà procedere ad una post-spruzzatura di perline per un ulteriore 22%. Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 m<sup>2</sup>/kg. La vernice dovrà aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, dovrà avere buona resistenza all'usura causata dal traffico, dagli agenti atmosferici e dai carburanti, e dovrà presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

Le prove di controllo dei requisiti di accettazione delle vernici da impiegare riguardano:

- resistenza allo sclerolamento;
- resistenza alle variazioni di temperatura;
- resistenza all'acqua distillata;
- resistenza ai carburanti;
- resistenza all'olio lubrificante sintetico;
- resistenza all'invecchiamento artificiale.

L'Impresa ha l'obbligo di prestarsi, in ogni tempo, alle prove dei materiali descritti nei punti precedenti, sia da impiegare che già impiegati, provvedendo a tutte le opere che saranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

Di alcuni campioni può essere ordinata la conservazione, munendoli di sigilli con firme dell'Impresa e della Direzione Lavori, nei modi più atti a garantirne l'autenticità.

Le sfere rifrangenti dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità ed, almeno per il 90% del peso totale, dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali o saldati insieme.

I solventi e gli essiccanti dovranno essere derivati da prodotti rettificati da distillazione del petrolio.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio A.S.T.M.	% in peso
perline passanti per il setaccio n. 70	100
perline passanti per il setaccio n. 140	15-55
perline passanti per il setaccio n. 230	0-10

#### ART. N. 56 SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche rigorosamente conformi a quelle prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16 Di-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

cembre 1992 n. 495, D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610, ed a quanto approvato con lettera prot. n. 575 del 4 Marzo 1996 del Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza stradale.

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e art. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi tab. II 16 Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di alluminio tipo P-AL 99,5 (1050A- UNI 9001/2) di spessore 25/10 di mm.

Le lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
- b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosforocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/m<sup>2</sup> (valore medio ottimale 270 mg/m<sup>2</sup>) secondo le norme UNI 9921 relativo ai trattamenti di cromatazione e fosforocromatazione su alluminio e leghe;
- c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70 °C;
- d) applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer), spessore 25-35 µm;
- e) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240).

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

Il rinforzo perimetrale del cartello deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi dello stesso che non dovranno essere inferiori a 1 cm, eccezione fatta per i dischi.

Il rinforzo sul retro dei cartelli deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti sarà di 15 cm) in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

Le traverse di rinforzo sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione.

La verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una doppia mano di smalto a base di resine, cotto al forno (temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 µm), di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno sulla faccia anteriore dei cartelli dovranno essere eseguiti per ogni segnale con pellicola retroriflettente di classe 2.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti, e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995.

Sulla faccia posteriore del cartello, successivamente alla verniciatura, devono essere chiaramente indicati: la dicitura "Amministrazione della Provincia di Verona"; il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione; il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 200 cm<sup>2</sup>.

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

Le pellicole retroriflettenti da impiegare devono rispondere alle caratteristiche prescritte dal Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584.

I sostegni per i cartelli devono essere in profilo tubolare qualità EN 10025 - S235JR

a sezione circolare □60 mm avente altezza di mm 3300. La fornitura comprenderà inoltre tutti gli attacchi speciali e le staffe necessarie complete di bulloneria per la corretta posa in opera. Tutti gli elementi in materiale ferroso dovranno essere zincati a caldo per immersione (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosio-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

ne. Questa operazione dovrà essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- a - determinazione della massa dello strato di zinco;
- b - qualità dello zinco;
- c - spessore dello strato di zinco;
- d - uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- e - aderenza dello strato di zinco.

Non dovrà essere eseguita alcuna saldatura su sostegni già zincati.

Ogni sostegno dovrà essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente nel Nuovo Codice della Strada, nonché nel Regolamento di Esecuzione e di Attuazione aggiornato al D.P.R. 16-9-1996, n. 610.

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

Nella installazione degli impianti segnaletici su terra, si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento secondo le indicazioni del progetto e comunque non inferiore alla classe Rck 20 MPa, delle dimensioni minime di 50x50x70 cm per l'installazione del tubolare in ferro di sostegno.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sulle scarpate che in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente stato.

L'Impresa deve comunque garantire quanto segue:

- a) le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione
- b) i supporti e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;
- c) La posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).
- d) I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle Norme Tecniche.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti alle Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutte i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16/12/1992 n.495 e D.P.R. 16/9/1996 n.610.

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa tutta la bulloneria sia fornita che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI 3740 classe 8.8.

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa tutte le strutture sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa.

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli prescritti dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Impresa; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### **ART. N. 57 SERBATOI E VASCHE IN CALCESTRUZZO**

I serbatoi e le vasche in calcestruzzo in genere dovranno essere eseguiti seguendo tutte le prescrizioni di cui alle voci precedenti relative all'impiego dei conglomerati cementizi sia semplici che armati.

Per la calcolazione di dette opere si avrà sempre cura di verificare i limiti di lavoro del calcestruzzo in modo che nessuna fessurazione possa crearsi né in fase esecutiva né in fase di collaudo, pertanto si dovrà curare che il calcestruzzo impiegato risulti compatto ed impermeabile.

La DD.LL. può, dopo accertate sperimentazioni o verifiche, autorizzare l'impiego di additivi idonei ad aumentare la resistenza e la impermeabilità del calcestruzzo impiegato.

In particolare, per le superfici destinate a rimanere in vista e per le pareti delle vasche destinate a rimanere in contatto con l'acqua, le superfici del calcestruzzo, dopo il disarmo, dovranno risultare uniformi e lisce senza impiego di intonaci.

Si intende con quanto sopra che le pareti dovranno risultare esenti da vespai, buchi, e simili, nonché da sporgenze, sbavatura e simili, il tutto con una tolleranza massima di 3 mm.

Pertanto si porrà cura particolare nello scegliere il tipo di cassetta, il tipo di ancoraggio e distanziatura, che in ogni caso non dovrà mai né favorire il trafileamento né macchiare il getto in fase di ossidazione.

Nella costruzione sia di vasche per impianti di depurazione che vasche per contenimento di liquidi alimentari, si dovrà curare particolarmente che i ferri di armatura abbiano una copertura sufficiente ad evitare il fenomeno della sfioritura, e sarà tassativamente vietato l'uso di distanziatori di ferro che possono, ossidando, macchiare la superficie del getto, pertanto si dovrà ricorrere esclusivamente a distanziatori in cemento o in plastica.

In definitiva le strutture dell'opera realizzata per il contenimento di liquidi dovranno risultare a tenuta perfetta senza bisogno di nessun trattamento aggiuntivo, ritenendosi sia intonaco che rivestimenti utili solo ai fini della protezione della parete da agenti degradanti.

Cura particolare verrà posta nella realizzazione dei piani di corsa o di scorrimento delle apparecchiature elettromeccaniche, per i quali non sarà mai ammesso nessun tipo di trattamento che preveda un riporto superficiale ai getti di base e pertanto si dovrà curare la finitura in fase di getto dell'opera principale.

In corrispondenza delle riprese dei getti, che devono essere previste e realizzate con tutte le cure, si dovrà sempre costruire un giunto in materiale idoneo e approvato dalla DD.LL., al fine di garantire la tenuta idraulica; dove poi il calcolatore ritenga e dimostri essere indispensabile, si procederà alla costruzione di speciali giunti di dilatazione con uso di tecnologie di provata efficacia e sempre autorizzata dalla DD.LL.

Nel progredire dei getti si dovrà sempre tenere conto della funzione della vasca, dei particolari relativi alle opere da inserire successivamente e dell'incorporamento nei getti di eventuali tirafondi, piastre o qualsiasi altro necessario al posizionamento delle eventuali apparecchiature; così dovrà essere a cura dell'appaltatore il reperimento di tutti i particolari relativi al tipo di macchina da installare, anche se da terze persone, essendo sempre detto Appaltatore responsabile di eventuali manchevolezze, che se accertate dovranno essere rimate a sua cura e spese.

Il collegamento fra vasche o condotte dovrà essere sempre eseguito a mezzo di particolari tronchetti passamuro in ghisa o acciaio opportunamente studiati per impedire il trafileamento del liquido lungo il tronchetto inserito.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

E' norma tassativa che i manufatti di qualsiasi tipo e genere vengano inseriti prima o contemporaneamente al getto del calcestruzzo; pertanto, qualora per mancanza vuoi del ferro o della disposizione di monitoraggio debba essere lasciata una cassetta forata, una volta montato il ferro si dovrà intervenire con impiego di malte speciali o additivi utili alla ripresa del getto in modo da garantire la tenuta idraulica e la resistenza meccanica per tutta la ripresa.

Per tutti gli oneri relativi e conseguenti alla costruzione di dette opere si è tenuto conto in fase di analisi dei prezzi principali esistenti nel presente Capitolato d'appalto, pertanto l'Appaltatore non potrà richiedere altro compenso diverso dall'applicazione dei prezzi elencati.

Prove di carico

Per quanto attiene alle prove di carico delle vasche e dei serbatoi si provvederà a verificare i cedimenti con la situazione di massimo carico idraulico accidentale e questi dovranno essere contenuti nelle tolleranze ammesse dalla Legge.

Prove di tenuta idraulica

Per le prove di tenuta idraulica delle vasche e dei serbatoi si provvederà al riempimento fino al massimo carico idraulico accidentale con acqua pulita che dovrà essere mantenuta a livello costante per tre giorni, quindi si procederà all'ispezione ottica delle pareti e alla misurazione dell'assorbimento.

La prova sarà ritenuta valida se durante l'ispezione non viene notato alcun trafileamento di liquido e calcolato l'assorbimento risulti inferiore nel tempo di 24 ore, ad un volume pari a 30 litri/metro quadro di superficie di calcestruzzo bagnato qualunque sia l'area libera soggetta ad evaporazione.

Tutte le spese per le prove e per gli eventuali interventi di miglioria per rientrare nei limiti di accettazione saranno a carico dell'Appaltatore e ciò fino ad accettazione definitiva.

**ART. N. 58 SMALTIMENTO RIFIUTI DA DEMOLIZIONI E SCAVI**

E' fatto obbligo all'Impresa di provvedere a propria cura e spese all'allontanamento dei materiali provenienti da demolizioni, da scavi o da pulizia di condotta di fognatura, mediante trasporto in discarica autorizzata od altra forma di smaltimento prevista dal DPR 915/82 e dalla LR 33/85. Compresi tutti i diritti di cava.

Resta comunque stabilito che la Ditta rimane unica ed esclusiva responsabile a tutti gli effetti nei confronti dell'Amministrazione Appaltante.

Il cemento amianto dovrà essere in conformità a quanto previsto dal decreto legislativo n. 277 del 15/08/91, della legge n. 257 del 27/03/92 e successive modifiche ed integrazioni.

Il caricamento in partita degli articoli relativi allo smaltimento di cemento-amianto sarà effettuato solamente su presentazione della bolletta di conferimento a discarica.

**ART. N. 59 PULIZIA DELLE CONDOTTE DI FOGNATURA**

L'Impresa dovrà dapprima individuare ed eventualmente ricercare, anche con l'impiego di apparecchiature cercame-talli, i chiusini delle camerette di fognatura nei tratti indicati dalla DD.LL; dovrà constatare visivamente dal loro interno lo stato di pulizia delle condotte per accertare se si possa procedere utilmente all'ispezione televisiva senza dover provvedere preliminarmente alla rimozione dei depositi.

Per ogni pozzetto ispezionato sarà redatto un rapporto con le indicazioni dello stato di manutenzione e di pulizia nonché le quote assolute del piano di scorrimento della tubazione e del chiusino stradale riferite ai caposaldi di progetto.

La pulizia delle condotte sarà eseguita con l'utilizzo delle normali apparecchiature di uso generalizzato consistenti in uno o più automezzi dotati di serbatoio idrico e manichetta con ugello a pressione e di bocca di aspirazione dei sedimenti rimossi. L'uso di queste apparecchiature è generalmente efficace per condotte mediamente sporche in normale stato di manutenzione.

Per casi particolari si prevede l'utilizzo di apparecchiature speciali, simili alle precedenti ma dotate di volume idrico superiore a 8 mc., di portate superiori a 300 l/m e di pressione superiori a 150 Bar fornite di apparecchiature speciali al temine delle manichette.

Tali apparecchiature possono essere suddivise in tre tipi:

- "bombe" o magli idraulici per condotte con depositi consistenti o con depositi prevalentemente sabbiosi;
- frese idrauliche per condotte con depositi concretizzati;
- frese idrauliche tagliatrici.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Al termine delle operazioni di pulizia le condotte dovranno essere perfettamente pulite, prive di qualsiasi tipo di deposito e radici; il controllo del grado di pulizia ed efficienza delle condotte sarà quindi effettuato con l'ispezione televisiva finale della rete.

Il materiale aspirato dovrà essere recapitato in cave autorizzate ed idonee al tipo di materiale, a cura e spese della Impresa.

Il prezzo comprende il trasporto, lo scarico, l'onere di cava, ogni e qualsiasi altro onere, compreso quello per l'eventuale pretrattamento fisico in appositi vasconi trasportabili e quello relativo allo smaltimento.

#### ART. N. 60 ISPEZIONE TELEVISIVA

Nei tratti indicati dalla Direzione Lavori, o nei casi previsti negli articoli di Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore, le condotte, sia quelle che non hanno bisogno di pulizia, sia quelle pulite come descritto nel relativo articolo, dovranno essere ispezionate con apposite apparecchiature televisive.

Dovrà essere fornita la documentazione costituita da rapporti, fotografie e videotape di tutte le ispezioni eseguite.

L'ispezione dovrà documentare sia lo stato di pulizia all'interno delle condotte, sia tutte le anomalie riscontrabili quali: rotture, perdite dai giunti, anelli di giunzione staccati, salti di fondo, immissioni laterali, presenza di radici, ecc.

I videotapes e le fotografie dirette dovranno essere effettuati con attenzione alle seguenti specifiche:

- in collettori normali occorre scattare una fotografia diretta a distanza non superiore a 10 m dalla precedente; in cunicoli di mattoni a distanza non superiore a 5 m. Dove esistano difetti, l'intervallo dovrà essere di 2 m.
- fotografie dirette devono essere prese per:
  - . difetti puntuali come connessioni o giunti difettosi, sposizionamenti di elevata entità, fessurazioni, fratture, mattoni mancanti o non ben posizionati, deformazioni, collassi strutturali, cedimenti di fondo, mancanza di malta, tubazioni rotte;
  - . difetti continui: a partire dall'inizio del difetto ogni 5 m. La sequenza delle foto dovrà essere convenientemente inferiore a 5 m nel caso di ulteriori difetti incontrati;
- la macchina fotografica ed il sistema di illuminazione devono essere in grado di fornire un risultato chiaro, a fuoco ed accurato delle condizioni interne della condotta;
- la regolazione fuoco-diaframma dovrà garantire una profondità di campo dai punti più prossimi ad infinito. L'illuminazione dovrà consentire le operazioni in tutte le condotte fornendo una profondità di campo adeguata alle dimensioni della fognatura indagata;
- il videotape dovrà garantire un'ottima qualità di immagine con profondità di campo da 15 cm a infinito. L'illuminazione dovrà essere uniforme attorno alle condotte senza perdite di contrasto o ombre. La telecamera di ripresa dovrà procedere a velocità non superiore a 0.20 m/s;
- le fotografie e i videotapes saranno forniti a colori;
- le fotografie dovranno chiaramente riportare sul retro la posizione di scatto (almeno il numero del pozzetto iniziale e finale del tratto considerato), la direzione lungo la quale avviene l'ispezione, le caratteristiche geometriche del tratto, la data;
- tutte le fotografie relative ad un collettore saranno archiviate in apposito contenitore in sequenza da valle verso monte. La presenza di ogni pozzetto sarà specificata dall'inserzione di un cartellino di divisione;
- le fotografie così archiviate dovranno essere accompagnate dai relativi videotapes.

A lavoro concluso dovrà essere fornita, a corredo, la seguente documentazione in numero di 3 copie:

- raccolta di videocassette;
- relazione fotografica;
- relazione analitica e raccolta fogli di lavoro;
- planimetria schematica nella quale verranno individuati:
  - . caratteristiche delle condotte (dimensioni, materiale);
  - . posizione e dimensioni delle camerette d'ispezione;
  - . posizione e dimensioni degli allacciamenti;
  - . punti singolari (tratti in contropendenza, tratti dissestati, ecc.)

Le modalità di presentazione della documentazione a corredo sarà codificata dalla DD.LL

#### ART. N. 61 MISURATORI TRASMETTITORI DI PORTATA AD INDUZIONE MAGNETICA

##### 61.1 Caratteristiche di installazione

Il misuratore verrà installato su tubazione in acciaio o ghisa e dovrà misurare la portata d'acqua potabile.

#### 61.2 Caratteristiche di funzionamento e dimensionali

Il misuratore di portata da installare sarà del tipo ad induzione magnetica (elettromagnetico) che consentirà la effettuazione delle misurazioni senza apportare, lungo la linea, delle sensibili perdite di carico idrauliche.

Avrà le seguenti caratteristiche:

- a) tubo di misura: in AISI 316
- b) rivestimento interno: in gomma
- c) elettrodi di misura: in AISI 316
- d) attacchi flangiati: PN 25
- e) campo di misurazione: da 0 a 10 m/s
- f) precisione di misurazione entro il suddetto campo di misura: più/meno 0,2% del valore istantaneo
- g) tensione di alimentazione: 220 Volt
- h) segnale di uscita: 4-20 mA
- i) protezione dello strumento: IP-65.

Il misuratore di portata sarà corredato da apparecchio trasmettitore di segnali per registrazione dati.

#### ART. N. 62 PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA.

La perforazione orizzontale controllata della anche Horizontal Directional Drilling (HDD) o semplicemente Directional Drilling (DD) e nota anche sotto altri nomi come Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) o Trivellazione Orizzontale Teleguidata (T.O.T.) o anche perforazione teleguidata o perforazione direzionale, è una tecnologia di perforazione con controllo attivo della traiettoria. In altri termini attraverso l'uso combinato di uno strumento di guida ed utensili fondo foro direzionabili è possibile realizzare fori nel sottosuolo secondo andamenti prestabiliti contenenti anche curve plano-altimetriche.

La perforazione orizzontale controllata viene effettuata mediante speciali impianti progettati e costruiti appositamente per quest'uso.

Un impianto per la perforazione orizzontale controllata è costituito in generale dalle seguenti componenti principali:

- perforatrice direzionale (da superficie o da buca)
- batteria fondo foro compresi gli utensili di perforazione direzionale e gli utensili per l'alesatura ed il tiro
- sistema di guida
- sistema per la produzione, l'immissione in foro e l'eventuale recupero, filtraggio e ricircolo dei fluidi di perforazione

In funzione della tipologia di fluidi di perforazione che possono essere impiegati distingueremo i sistemi di perforazione direzionale in:

- sistemi a liquido (quando i fluidi di perforazione sono in fase prevalentemente liquida)
- sistemi a secco (quando i fluidi di perforazione sono in fase prevalentemente aeriforme)

L'installazione di una tubazione interrata mediante perforazione orizzontale controllata avviene secondo uno schema esecutivo generale che prevede tre fasi fondamentali:

- perforazione pilota
- alesatura
- tiro

Le ultime due fasi possono in taluni casi avvenire contemporaneamente.

#### 62.1 Accettazione impianto di perforazione.

Le caratteristiche dell'impianto di perforazione dovranno essere accettate dalla D.L. che le valuterà in funzione delle caratteristiche del tracciato di perforazione e della condotta da installare.

#### 62.2 Rilievo esecutivo preliminare alle operazioni di perforazione

Preliminarmente alle operazioni di installazione mediante HDD, l'impresa dovrà effettuare il tracciamento a terra del percorso di perforazione, così come indicato negli elaborati progettuali, procedendo al rilievo altimetrico dei punti indicati nelle sezioni di progetto del profilo altimetrico.

Sezione per sezione, nella tabella di perforazione andranno indicate le profondità di progetto come differenza tra le quote di terreno rilevate e quelle di progetto indicate nel profilo altimetrico.

Accanto alle profondità di progetto andranno annotate, nel corso della perforazione pilota, le profondità rilevate dallo strumento di guida. Questo documento andrà consegnato alla D.L.

### 62.3 Perforazione pilota.

In questa fase la perforatrice direzionale (da superficie o da buca) viene posizionata in un punto o sezione di partenza. L'operazione di perforazione propriamente detta può avvenire, a seconda della natura litologica dei terreni presenti, mediante diverse tecniche (perforazione rotativa, idromeccanica, rotopercussiva, mista). Il perforo può essere realizzato sia a partire direttamente dalla superficie sia partendo da una buca di servizio. Nell'installazione di tronchi fognari è sempre necessario scavare due buche di servizio (una alla partenza ed una all'arrivo) in corrispondenza delle sezioni della tubazione dove ha rispettivamente inizio e fine il così detto tronco utile. Tali buche accoglieranno i manufatti necessari a collegare il tronco installato con HDD ai tronchi contigui.

La punta di perforazione va inserita nel punto indicato da progetto come "punto iniziale" del profilo di perforazione orientando la perforazione, sia in altimetria che in planimetria, rispettivamente secondo l'inclinazione (in altimetria) e la direzione (in planimetria) indicata negli elaborati di progetto e tracciata a terra prima dell'inizio delle operazioni.

Una volta intestata la perforazione nel punto iniziale, si procede seguendo il tracciato indicato, operando, quando necessario, le manovre di deviazione. Le deviazioni (dette anche sterzate) andranno effettuate secondo le variazioni di inclinazione percentuale che derivano dai raggi di curvatura impostati da progetto.

Se la perforazione avviene secondo un percorso spaziale curvilineo al quale rendiamo solidale un asse di riferimento di ascisse curvilinee, si ricorda che dato il raggio di curvatura  $R$  espresso in metri, la deviazione percentuale corrispondente per ciascun metro di avanzamento della perforazione (per piccoli angoli quali quelli che è possibile utilizzare nella perforazione direzionale) è data dal reciproco del raggio stesso.

Man mano che la perforazione pilota procede, si aggiungono nuove aste di perforazione alla batteria di perforazione, sino a raggiungere la lunghezza finale del perforo così come progettato.

Il sistema di guida fornisce, sezione per sezione, profondità della sonda, inclinazione sull'orizzontale (pitch - espressa in gradi percentuali), orientamento dell'asimmetria dell'utensile (tool face orientation), e posizione planimetrica (x,y) della sonda. Queste informazioni serviranno a stabilire le eventuali manovre correttive atte a mantenere la perforazione nel tracciato prestabilito (drilling path). Le misurazioni vengono effettuate a batteria di perforazione ferma ed in genere ogni qual volta si interrompe la perforazione per montare via via nuove aste di perforazione.

La perforazione termina quando l'utensile di perforazione emerge nel punto indicato nel progetto come punto o sezione di arrivo.

Nel caso di utilizzo di perforatrici da buca, tutte le operazioni precedenti si svolgono con le medesime modalità, con l'unica sostanziale differenza che la perforatrice viene preliminarmente alloggiata in una buca di partenza, generalmente (ma non è una regola) ad una profondità, inclinazione e direzione tale che l'asse di perforazione si intesti laddove ha inizio il tronco utile della condotta da installare.

### 62.4 Alesatura

Al termine della perforazione pilota, in corrispondenza del punto di uscita, gli utensili di perforazione ed il sistema di guida vengono smontati ed al loro posto viene montato un alesatore la cui dimensione è funzione del diametro finale necessario per il tiro della condotta da installare.

Si procede quindi a ritroso tirando e ruotando l'alesatore in modo che esso allarghi il foro.

L'alesatura può avvenire in varie fasi successive, e quindi con allargamenti del foro via via più grandi.

### 62.5 Tiro.

Terminata la fase di alesatura (qualora siano necessari più passaggi) oppure contemporaneamente a questa (quando è sufficiente un unico passaggio di alesatura), si procede al tiro della condotta da installare, entro il perforo opportunamente allargato.

La condotta da posare viene collegata alla batteria di perforazione mediante un giunto girevole reggispinna, che crea un vincolo in grado di resistere alle trazioni. Questo giunto non trasmette le rotazioni e quindi le coppie. Questo si rende necessario per evitare che durante il tiro la condotta da posare entri inutilmente in rotazione.

Particolare importanza assumono in questa fase la così detta sovralesatura e la lubrificazione. Per sovralesatura si intende la maggiore dimensione che deve avere il diametro nominale del foro allargato rispetto al diametro nominale esterno della condotta da installare.

La sovralesatura è necessaria per creare un opportuno distacco tra pareti del perforo e tubazione per una serie di motivi, quali:

- ridurre l'ampiezza delle aree di contatto tubazione-terreno al fine di ridurre le forze di attrito compressive
- permettere, quando necessario il ricircolo dei fluidi di perforazione, e, nei casi in cui questo risulti determinante, garantire che vi sia spazio sufficiente perché il fluido di perforazione svolga anche un'azione di sostentamento delle pareti del perforo
- permettere che tra tubazione e pareti del perforo vi sia sempre una sufficiente quantità di agente lubrificante (che nella quasi totalità dei casi è rappresentato dal fluido di perforazione stesso, alle volte opportunamente additivato).

Nella fase di tiro uno dei parametri più importanti è rappresentato dal complesso delle sollecitazioni massime che è possibile trasferire alla condotta da installare senza provocare deformazioni permanenti o addirittura rotture della condotta stessa.

Il materiale di cui è costituita la condotta da installare, può entrare in crisi secondo diversi meccanismi:

- un'eccessiva trazione in fase di tiro
- curvature e quindi momenti flettenti che portano a snervamento o a rottura il materiale.

Questo significa che il complesso di sollecitazioni generate dalla trazione in fase di tiro e dalla flessione generata dalle curvature imposte alla condotta in fase di installazione, devono essere tali da garantire che non si generino nel materiale, di cui la condotta è costituita, tensioni massime superiori alla massima tensione di snervamento del materiale, divisa per un opportuno coefficiente di sicurezza.

Per ciascun tronco in progetto verrà calcolato il massimo tiro e la massima curvatura (ovvero il minimo raggio di curvatura) a cui ciascuna condotta potrà essere assoggettata in fase di tiro.

## 62.6 Tronco utile

La perforazione pilota e la successiva alesatura interessano l'intero tratto che si sviluppa tra punto di partenza e punto di arrivo.

Il profilo di perforazione contiene tipicamente almeno tre parti:

- una rampa di entrata
- un tratto ad andamento orizzontale o sub-orizzontale
- una rampa di uscita

Per "rampa" (di entrata/uscita) va intesa una parte del percorso di perforazione generalmente composta da un tronco rettilineo di entrata/uscita con pendenza costante ed un raccordo altimetrico circolare.

Operando con macchine da superficie, la perforazione partirà necessariamente da superficie e potrà finire in superficie oppure in una buca di arrivo. Operando invece con macchine da buca la partenza non sarà naturalmente in superficie.

Nelle installazioni di tipo fognario la condotta da installare si svilupperà in genere tra due sezioni (inizio e fine) che quasi mai coincideranno con le sezioni di partenza ed arrivo della perforazione. Ciò significa che non tutta la lunghezza di perforazione ed alesatura, verrà coperta da una tubazione installata. Questa infatti avrà una sezione di inizio e di fine che dipenderà dalla configurazione finale dell'infrastruttura da realizzare.

La distanza tra sezione iniziale e finale della tubazione posata nella sua configurazione finale viene detta "tronco utile", ed è in genere inferiore alla distanza tra punto di partenza e punto di arrivo della perforazione, distanza che viene invece indicata come "lunghezza di tiro".

La lunghezza di tiro comparirà nei computi metrici per le valutazioni relative alle attività proprie di installazione mediante HDD, mentre il tronco utile verrà utilizzato per le valutazioni relative alle forniture di condotte necessarie per la costruzione delle infrastrutture.

## 62.7 Rilievo ed ispezione di collaudo della condotta installata mediante HDD.

Al termine dell'installazione andrà effettuato il rilievo altimetrico della condotta installata mediante HDD a mezzo di idoneo apparecchio di videoispezione, dotato oltre che di telecamera anche di opportuno strumento per la rilevazione della quota interna della condotta. I dati, in forma di videocassetta e tabella altimetrica (sezione-profondità) dovranno essere trasmessi alla D.L.

## ART. N. 63 OPERE A VERDE E DEL PAESAGGIO

### 63.1 Conservazione e recupero delle piante esistenti nella zona

Tutta la vegetazione esistente indicata in progetto per restare in loco e quella eventualmente individuata dalla Direzione Lavori in corso d'opera dovrà essere protetta adeguatamente da ogni danneggiamento.

Pertanto l'Impresa dovrà usare la massima cautela nell'eseguire le prescrizioni della Direzione Lavori ogni volta che si troverà ad operare nei pressi delle piante esistenti.

Nell'eventualità di dover trapiantare piante esistenti nel cantiere o sul luogo della sistemazione, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di fare eseguire, secondo tempi e modi da concordare, la preparazione delle piante stesse.

### 63.2 Accantonamento degli strati fertili del suolo e del materiale di scavo

Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'Impresa è tenuta a provvedere alla rimozione e all'accantonamento, nel luogo e con le modalità indicati dalla Direzione Lavori, degli strati fertili del suolo destinati ad essere riutilizzati nelle zone interessate ai lavori stessi.

Le quantità eccedenti e l'eventuale altro materiale di scavo saranno accantonati nel luogo e secondo le modalità indicate dalla Direzione Lavori.

### 63.3 Pulizia dell'area del cantiere

A mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, l'Impresa, per mantenere il luogo più in ordine possibile, è tenuta a rimuovere tempestivamente tutti i residui di lavorazione (es. frammenti di pietre e mattoni, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori, ecc.) e gli utensili inutilizzati.

I residui di cui sopra dovranno essere allontanati e portati dal cantiere alla discarica pubblica o su altre aree autorizzate.

Alla fine dei lavori tutte le aree e gli altri manufatti che siano stati in qualche modo imbrattati dovranno essere accuratamente ripuliti.

### 63.4 Garanzia di attecchimento e per tappeti erbosi

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. Nel caso il progetto e l'Elenco prezzi contemplino la manutenzione dell'impianto, la garanzia di attecchimento vale per tutta la durata della manutenzione stessa. L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra Direzione Lavori e Impresa entro 10 giorni dalla scadenza del periodo sopra definito.

L'Impresa è tenuta ad una sola sostituzione delle piante non attecchite.

Eventuali ulteriori sostituzioni di piante, già sostituite una volta, dovranno essere oggetto di nuovi accordi fra le parti.

L'Impresa si impegna a realizzare tappeti erbosi rispondenti alle caratteristiche previste dal progetto e a garantirne la conformità al momento dell'ultimazione dei lavori, salvo quanto diversamente specificato dal progetto e/o dall'Elenco prezzi.

### 63.5 Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota di impianto. Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta o di discarica abusiva, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

**Lavorazioni preliminari**

L'Impresa, prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere come da progetto all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, all'eliminazione delle specie infestanti e ritenute a giudizio della Direzione Lavori non conformi alle esigenze della sistemazione, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale.

Queste operazioni saranno da computarsi in base all'Elenco prezzi.

### 63.6 Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura e di formare suole di lavorazione.

Nel corso di questa operazione l'Impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (es. rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc.), l'Impresa dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa.

### 63.7 Drenaggi localizzati e impianti tecnici

Successivamente alle lavorazioni del terreno e prima delle operazioni di cui all'art. 47, l'Impresa dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati e delle indicazioni della Direzione Lavori, gli scavi necessari all'installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (es. irrigazione, illuminazione ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione, dovranno essere installate ad una profondità che garantisca uno spessore minimo di 40 cm. di terreno e, per agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, essere convenientemente protette e segnalate.

L'Impresa dovrà completare la distribuzione degli impianti tecnici, realizzando le eventuali canalizzazioni secondarie e le opere accessorie.

Dopo la verifica e l'approvazione degli impianti a scavo aperto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà colmare le trincee e ultimare le operazioni di cui agli articoli precedenti.

Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta, la posa in opera degli irrigatori e, a piantagione ultimata, la collocazione e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione.

Ultimati gli impianti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori nelle scale e con le sezioni e i particolari richiesti, gli elaborati di progetto aggiornati secondo le varianti effettuate; oppure, in difetto di questi, produrre una planimetria che riporti l'esatto tracciato e la natura delle diverse linee e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

### 63.8 Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno - Impiego di fitofarmaci e diserbanti

Dopo avere effettuato le lavorazioni, l'Impresa, su istruzione della Direzione Lavori, dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti.

I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

### 63.9 Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa, sulla scorta degli elaborati di progetto e delle indicazioni della Direzione Lavori, predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti, altre piante segnalate in progetto) e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, macchie arbustive, boschetti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

A piantagione eseguita, l'Impresa, nel caso siano state apportate varianti al progetto esecutivo, dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

#### 63.10 Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante, recuperando lo strato superficiale di terreno per il riempimento delle buche stesse, in accordo con la Direzione Lavori.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dall'Impresa dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree autorizzate.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'Impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte in base all'Elenco prezzi .

#### 63.11 Apporto di terra di coltivo

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, in accordo con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione (v. anche art. 41.1): in caso contrario dovrà apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione Lavori, insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione Lavori.

#### 63.12 Preparazione del terreno per i prati

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Impresa, a completamento di quanto specificato per la preparazione generale, dovrà eseguire, se necessario, un'ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra di coltivo fine ed uniforme. Dopo aver eseguito le operazioni, l'Impresa dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, buca o avvallamento.

Gli eventuali residui della rastrellatura dovranno essere allontanati dall'area del cantiere.

#### 63.13 Opere antierosione

L'Impresa provvederà alla lavorazione e al modellamento delle scarpate e dei terreni in pendio, secondo quanto previsto dal progetto successivamente agli interventi di difesa idrogeologica, al fine di procedere alle semine e piantagioni.

#### 63.14 Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere, se richiesto dalla Direzione Lavori, al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali.

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto ne risultino, una volta assestatesi il terreno, interrare oltre il livello del colletto.

L'imballo della zolla costituito da materiale degradabile (es. paglia, canapa, juta, ecc., v. art. 42.1), dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo.

Analogamente si dovrà procedere per le piante fornite in contenitore.

Per le piante a radice nuda parte dell'apparato radicale dovrà essere, ove occorra, spuntato alle estremità delle radici, privato di quelle rotte o danneggiate.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della sistemazione.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. L'Impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, in modo da evitare danni per disidratazione.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assettamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### 63.15 Alberi, arbusti e cespugli a foglia caduca

Le piante a foglia caduca dovranno essere messe a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie, generalmente durante il periodo di riposo vegetativo.

L'eventuale potatura di trapianto della chioma deve essere autorizzata dalla Direzione Lavori e dovrà seguire rigorosamente le disposizioni impartite, rispettando il portamento naturale e le caratteristiche specifiche delle singole specie. Nel caso fosse necessario agevolare il trapianto, l'Impresa, su indicazione della Direzione Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitranspiranti.

#### 63.16 Alberi, arbusti e cespugli sempreverdi

Gli alberi, gli arbusti e i cespugli sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore e dovranno essere messi a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie.

Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati, secondo quanto specificato nell'elenco prezzi.

Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessità è possibile fare ricorso all'uso di antitranspiranti, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

#### 63.17 Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni, biennali e annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

La messa a dimora di queste piante è identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche preparate al momento, in rapporto al diametro dei contenitori delle singole piante.

Se le piante saranno state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi dovranno essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante potranno essere messe a dimora con tutto il vaso.

In ogni caso le buche dovranno essere poi colmate con terra di coltivo mista a concime ben pressata intorno alle piante.

L'Impresa è tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

#### 63.18 Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri

La messa a dimora di queste piante rispetterà le caratteristiche esigenze della specie e varietà secondo quanto stabilito negli elaborati di progetto ed eventuali indicazioni fornite dalla Direzione Lavori.

#### 63.19 Formazione dei prati

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni.

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato.

I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assessamento del terreno o ad altre cause.

#### 63.20 Semina dei tappeti erbosi

Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazioni della Direzione Lavori, seminata con uniformità e rullata convenientemente.

Il miscuglio, dovrà essere stato composto secondo le percentuali precisate in progetto e dovrà essere stato accettato dalla Direzione Lavori.

#### 63.21 Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose per la formazione dei prati a pronto effetto, dovranno essere messe a dimora stendendole sul terreno in modo che siano ben ravvicinate. Per favorirne l'attecchimento, ultimata questa operazione, le zolle dovranno essere cosparse con uno strato di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia, torba e concime), compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente irrigate. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche fissate al suolo per mezzo di picchetti di legno, costipandone i vuoti con terriccio.

Le zolle di specie prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della propagazione dovranno essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione Lavori. Le cure colturali saranno analoghe a quelle precedentemente riportate.

#### 63.22 Inerbimenti e piantagioni di scarpate e di terreni in pendio

Le scarpate e i terreni in pendio dovranno essere seminati o piantati con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatto a formare una stabile copertura vegetale secondo quanto stabilito in Elenco prezzi.

#### 63.23 Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone o automezzi, l'Impresa dovrà proteggere, singolarmente o in gruppi, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) e/o sostanze repellenti precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori.

Se previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dall'essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciami (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, ecc.) od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.

#### 63.24 Creazione e sistemazione di aiuole e rivestimenti a completamento di opere stradali

##### Aiuole

Le aiuole spartitraffico verranno sistemate con una coltre vegetale, fino alla profondità prescritta e previa completa ripulitura da tutto il materiale non idoneo. Il terreno vegetale di riempimento dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee od arbustive permanenti, come pure lo sviluppo di piante a portamento arboreo a funzione estetica.

In particolare il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti, ecc.

Il terreno sarà sagomato secondo i disegni e dovrà essere mantenuto sgomero dalla vegetazione spontanea infestante, come pure non dovrà venire seminato con miscugli di erbe da prato. L'operazione di sgomero della vegetazione spontanea potrà essere effettuata anche mediante l'impiego di diserbanti chimici, purché vengano evitati danni alle colture adiacenti o a materiali di pertinenza della sede stradale, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Il terreno per la sistemazione delle aiuole potrà provenire da scavo di scoticamento per la formazione del piano di posa ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

##### Rivestimenti a completamento di opere stradali

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale ed i tipi di intervento saranno determinati di volta in volta che dette superfici saranno pronte ad essere sistemate a verde.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possano verificarsi prima degli impianti a verde; 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.

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'impresa dovrà effettuare un'accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno. In particolare, oltre alle lavorazioni generali, già descritte negli altri paragrafi del presente articolo, si prescrivono le seguenti operazioni:

1) Lavorazione del terreno.

Sulle scarpate di rilevato, la lavorazione del terreno, dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita 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.

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere 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 suoli, 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.

2) Concimazioni.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, 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%-800 Kg per ettaro;
- concimi azotati: titolo medio 16%-400 Kg per ettaro;
- concimi potassici: titolo medio 40%-300 Kg per ettaro.

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno.

Quando la Direzione dei 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 terricciami, 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 dalla Direzione dei 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.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

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 conciliazione 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 ed, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione dei 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 alla Direzione dei 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 conciliazione 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.

### 3) Piantagioni.

Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'impresa è libera di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

La piantagione verrà effettuata a quinconce, a file parallele al ciglio della strada, ubicando la prima fila di piante al margine della piattaforma stradale.

Tuttavia, ove l'esecuzione dei lavori di pavimentazione della strada lo consigli, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che l'impianto venga eseguito in tempi successivi, ritardando la messa a dimora delle file di piantine sulle banchine, o prossime al ciglio delle scarpate. Per tale motivo l'impresa non potrà richiedere alcun compenso o nuovo prezzo.

Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- a) piante a portamento erbaceo o tappezzante cm 25;
- b) piante a portamento arbustivo cm 50.

Le distanze medie sopra segnate potranno venir modificate in più o in meno, in relazione a particolari caratteristiche locali, specie per quanto riguarda la ubicazione geografica e la disponibilità idrica del terreno destinato all'impianto.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica dell'"imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

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 o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessaria al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a pié d'opera, non possano 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 annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.

In tale eventualità le talce, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

4) Semine.

Per particolari settori di scarpate stradali e aiuole, determinati dalla Direzione dei Lavori, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semine di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifita stabile.

A parziale modifica di quanto prescritto al comma A/b) per le concimazioni, all'atto della semina l'impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi previsti dal medesimo comma A/b).

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Specie	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
	Chilogrammi per ettaro				
Lolium italicum Lolium perenne	-	23	14	30	-
Arrhenatherum elatius	30	-	-	-	20
Dactylis glomerata	3	25	14	12	-
Trisetum flavescens	7	5	3	-	-
Festuca pratensis	-	-	28	20	-
Festuca rubra	10	7	9	6	-
Festuca ovina	-	-	-	-	6
Festuca heterophilla	-	-	-	-	9
Phleum pratense	-	7	7	12	-
Alopecurus pratensis	-	12	11	16	-
Cynosurus cristanus	-	-	-	-	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	-	6	4	4	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1
Bromus erectus	-				15
Bromus inernús	40	-	-	-	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	-
Trifolium repens	-	7	4	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	6	-
Medicago lupulina	3	-	-	-	6
Onobrychis saliva	-	-	-		40
Anthyllis vulneraria	10	-	-	-	3
Lotus corniculatus	6	-	2	6	3
Sommano Kg	120	120	120	120	120

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 120 Kg.

I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella sopra riportata.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- Miscuglio n. 1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- Miscuglio n. 2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- Miscuglio n. 3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- Miscuglio n. 4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.  
Miscuglio n. 5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venir effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguale, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venir battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura.

Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Nei tratti di scarpata con terreni di natura facilmente erodibile dalle acque di pioggia, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che sulle scarpate stesse, su cui possono essere già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, venga seminato un particolare miscuglio di erbe da prato avente funzione preparatoria e miglioratrice del terreno, e nello stesso tempo funzione di rinsaldamento delle pendici contro l'azione di erosione delle acque.

Per questo tipo di semina valgono le norme contenute al precedente comma, mentre le specie componenti il miscuglio saranno le seguenti:

- Trifolium pratense per ettaro kg 25
- Trifolium hybridum per ettaro kg 12
- Trifolium repens per ettaro kg 25
- Medicago lupulina per ettaro kg 12
- Lotus corniculatus per ettaro kg 26

5) Semina a spruzzo e protezione con paglia

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. Il sistema sarà impiegato in tre diverse maniere e precisamente:

- a) impiego di miscuglio di esame, concime granulare ed acqua;
- b) impiego di miscuglio come al precedente punto a) ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;
- c) impiego di miscuglio come al precedente punto a) e successivo spandimento di paglia.

Con il primo sistema saranno impiegati gli stessi quantitativi di concime granulare e sementi previsti ai precedenti comma A/b) e comma C) del presente articolo, mentre il sistema previsto al punto b) prevede l'impiego di identico quantitativo di seme e concime con aggiunta di scarto di cellulosa o bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici di scarpate.

In particolari settori, sempre secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, alla semina effettuata con il primo sistema seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine adatte allo scopo, che consentano contemporaneamente la spruzzatura di emulsione bituminosa. La quantità di paglia impiegata per ettaro di superficie da trattare sarà 500 Kg, mentre quella di emulsione bituminosa, avente la funzione di collante dei fuscilli di paglia, sarà 120 Kg per ettaro.

6) Cure colturali

Le cure colturali dovranno essere le stesse previste nei paragrafi del presente articolo.

7) Pulizia del piano viabile.

Il piano viabile dovrà risultare al termine di ogni operazione di impianto, o manutentorio, assolutamente sgombro da rifiuti; l'eventuale terra dovrà essere asportata dal piano viabile facendo seguito con spazzolatura a fondo e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

In particolare, la segnaletica orizzontale che sia stata sporcata con terriccio dovrà essere accuratamente pulita a mezzo di lavaggio.

### 63.25 Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia

La manutenzione che l'Impresa è tenuta ad effettuare durante il periodo di concordata garanzia dovrà essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni:

- 1) irrigazioni;
- 2) ripristino conche e rinalzo;
- 3) falciature, diserbi e sarchiature;
- 4) concimazioni;
- 5) potature;
- 6) eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- 7) rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi;
- 8) difesa dalla vegetazione infestante;
- 9) sistemazione dei danni causati da erosione;
- 10) ripristino della verticalità delle piante;
- 11) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato.

Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà evidente che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

La manutenzione delle opere edili, impiantistiche, di arredo, ecc. di cui all'art. 40 è soggetta alle norme contemplate nei capitoli speciali di settore.

#### Irrigazioni

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi per il periodo di garanzia concordato.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma d'irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso fosse stato predisposto un impianto d'irrigazione automatico, l'Impresa dovrà controllare che questo funzioni regolarmente. L'impianto d'irrigazione non esonera però l'Impresa dalle sue responsabilità in merito all'irrigazione la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali.

#### Ripristino conche e rinalzo

Le conche d'irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rinalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

#### Falciature, diserbi e sarchiature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falciature del tappeto erboso.

L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

I diserbi dei vialetti, dei tappeti erbosi e delle altre superfici interessate dall'impianto devono essere eseguiti preferibilmente a mano o con attrezzature meccaniche. L'eventuale impiego di diserbanti chimici, dovrà attenersi alle normative vigenti.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche.

#### Concimazioni

Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

Potature

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Le potature di formazione e di rimonda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie. Il materiale vegetale di risulta dovrà essere immediatamente rimosso e depositato secondo gli accordi presi con la Direzione Lavori.

Eliminazione e sostituzione delle piante morte

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

Rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi

Epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Impresa dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare, difettosa, che non rientri nei limiti di tolleranza previsti per le qualità dei prati oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

Difesa dalla vegetazione infestante

Durante l'operazione di manutenzione l'Impresa dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di paccame quando previsto dal progetto (v. art. 58).

Sistemazione dei danni causati da erosione

L'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica

Ripristino della verticalità delle piante

L'impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità.

Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

È competenza dell'Impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

Gli interventi dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori ed essere liquidati secondo quanto previsto dall'Elenco prezzi.

### **CAPO III : SPECIFICHE TECNICHE PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

#### **ART. N. 64 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RELATIVE AI MATERIALI E NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO**

Tutti i materiali impiegati nei lavori e nelle forniture dovranno corrispondere ai requisiti prescritti nelle normative di seguito richiamate e a quelle vigenti all'epoca dell'esecuzione dei lavori anche se non espressamente richiamato e comunque dovranno essere approvati dalla DD.LL. prima di essere utilizzati e/o forniti.

Dovranno essere della migliore qualità e prive di difetti, le lavorazioni dovranno rispondere, od essere superiori, a quelle richieste dalle norme standard nazionali unificate.

I materiali metallici (ghisa, acciai inossidabili, acciai speciali, ecc.) e la loro lavorazione dovranno essere specificati nelle offerte e dovranno rispondere alle esistenti norme di unificazione dell'U.N.I. od a quelle analoghe di enti stranieri riconosciuti (I.S.O., D.I.N., A.S.A., A.I.S.I. ecc.) di applicazione generale in Europa ed in Italia (C.E.E.)

I materiali elettrici, gli isolamenti, la classi di protezione dovranno essere riferiti e corrispondere anch'essi alle unificazioni vigenti (UNEL), alle norme C.E.I. ed ex E.N.P.I., nonché alle prescrizioni del D.P.R. n. 547 del 24/4/1955 ed a tutte quelle che in materia fossero emanate alla data della lettera d'invito.

Le Aziende produttrici dei materiali utilizzati dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN29001 e/o ISO 9002/CEN 29002; la Ditta aggiudicataria dell'appalto ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della Direzione dei Lavori.

Per le diverse forniture valgono le prescrizioni generali riportate negli articoli seguenti, tenendo presente che:

- . i motori e le apparecchiature elettriche dovranno essere etichettati in maniera chiaramente leggibile ed inalterabile;
- . le tubazioni e le apparecchiature idrauliche e varie dovranno essere verniciate con colorazioni differenziate previo benestare della direzione lavori;
- . per tutte le superfici metalliche dovrà essere precisato il tipo di verniciatura o di protezione superficiale, con indicazione delle modalità di preparazione delle superfici e degli spessori minimi garantiti. Tali trattamenti dovranno essere i più adatti alle condizioni di installazione e di funzionamento delle apparecchiature interessate.

I quadri nel loro complesso e nei singoli componenti saranno progettati, costruiti e collaudati in accordo con l'ultima edizione delle seguenti norme, relativi emendamenti e pubblicazioni (fascicoli) di specifiche parti, guide di calcolo e raccomandazioni:

- CEI 11-25 (1992) Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata (prima ediz.);
- CEI 11-26 (1992) Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito (prima ediz.);
- CEI 11-27 (1993) Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-28 (1993) Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 17-3 (1987) Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore ai 1000 V in corrente alternata ed a 1200 V in corrente continua (terza ediz.) (parzialmente annullata dalla CEI 17-50);
- CEI 17-5 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2°: interruttori automatici;
- CEI 17-11 (1993) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3°: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili (terza ediz.);
- CEI 17-13/1 (1990) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 1°: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS) (seconda ediz.);
- CEI 17-17 (1983) Apparecchiatura industriale a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1200 V in corrente continua. Individuazione dei morsetti (prima ediz.);
- CEI 17-18 (1983) Apparecchiatura industriale a bassa tensione : Profilati di supporto (prima ediz.);
- CEI 17-28 (1983) Apparecchiatura industriale a bassa tensione. Marcatura dei terminali per componenti elettronici e per contatti esterni associati (prima ediz.);
- CEI 17-38 (1989) Contattori a semiconduttore (contatti statici) destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 17-43 (1992) Metodo per la determinazione delle sovratemperature mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS) (prima ediz.);
- CEI 17-44 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 1°: regole generali (prima ediz.);
- CEI 17-45 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 5°: dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra. Sezione uno - Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando (prima ediz.);

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- CEI 17-47 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 6°: apparecchiatura a funzioni multiple. Sezione uno - Apparecchiature di commutazione automatica (prima ediz.);
- CEI 17-48 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 7°: apparecchiature ausiliarie. Sezione uno - Morsettiere per conduttori di rame (prima ediz.);
- CEI 17-50 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 4°: contattori ed avviatori. Sezione uno - Contattori ed avviatori elettromeccanici (prima ediz.);
- CEI 17-51 (1993) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 6°: apparecchiatura a funzioni multiple. Sezione due - Apparecchi integrati di manovra e protezione (ACP);
- CEI 17-52 (1994) Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI 20-14 (1984) Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado d'isolamento superiore a 3;
- CEI 20-19 (1990) Cavi isolati con gomma con tensione nominale non inferiore a 450/750 V (terza ediz.). Varianti: 2;
- CEI 20-20 (1990) Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non inferiore a 450/750 V (terza ediz.). Varianti: 2;
- CEI 20-22 (1987) Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-27 (1979) Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione (prima ediz.).Varianti: 2;
- CEI 20-29 (1980) Conduttori per cavi isolati (prima ediz.) Varianti: 2;
- CEI 20-33 (1984) Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo/U non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua (prima ediz.);
- CEI 20-38 (1987) Cavi isolati con gomma e non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi, Parte 1°: tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV (prima ediz.);
- CEI 20-40 (1992) Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 32-1 (1988) Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata ed a 1500 V per corrente continua. Parte 1°: prescrizioni generali (quarta ediz.);
- CEI 32-4 (1988) Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata ed a 1500 V per corrente continua. Parte 2°: prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) (seconda ediz.);
- CEI 50-11 (1986) Prove relative ai rischi d'incendio. Parte 2°: metodi di prova 2.1 - Prova del filo incandescente e relativa guida 2.2 - Prova di fiamma con ago (prima ediz.);
- CEI 70-1 (1992) Grado di protezione degli involucri codice IP (seconda ediz.).

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio equivalente CEE e se del caso di certificati di prova che attestino le performance elettriche dichiarate dal costruttore stesso. In assenza di marchio o di attestato rilasciato da organismo autorizzato ai sensi dell'art. 7 della L. 791/77, i componenti devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore. E' allo scopo sufficiente che la conformità alla relativa norma sia dichiarata in catalogo o preferibilmente dalla marcatura CE apposta dal costruttore sul componente.

Tra i componenti e le apparecchiature disponibili sul mercato dovrà essere data preferenza a quelli fabbricati in unità produttive con sistema di qualità certificato secondo EN29001 (ISO 9001).

Le principali disposizioni legislative da rispettare sono:

- Legge 186/68 (disposizioni relative alla produzione ed installazione di materiale elettrico);
- Legge 46/90 e DPR 447/91 (norme per la sicurezza degli impianti).

Inoltre, a seconda della destinazione d'uso dell'immobile cui sono destinati gli impianti:

**a) Dove sono previsti lavoratori dipendenti:**

- DPR 547/55 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- DM 12/09/1959 - Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- D.LGS. 626/94 e successive modifiche - Attuazione direttive CEE riguardanti miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

**b) Per edifici pubblici dove è regolamentato l'abbattimento delle barriere architettoniche:**

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- Legge 118/71 - Disposizioni a favore dei mutilati ed invalidi civili in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- DPR 384/78 - Regolamento di attuazione dell'art. 27 della Legge 118/71 a favore dei mutilati ed invalidi civili in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.

**c) Per edifici privati dove è regolamentato l'abbattimento delle barriere architettoniche:**

- Legge 13/89 - Disposizioni per favorire il superamento delle barriere architettoniche negli edifici privati.
- DM 236/89 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia pubblica sovvenzionata ed agevolata ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.
- Circolare n. 1669 del 22/06/1989 - Circolare esplicativa della Legge 13/89.

**d) Dove è previsto controllo da parte dei VV. F.:**

- Circolare M.I. n. 91 del 14/09/1961 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile.
- Legge 818/84 - Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- DM 16/02/1982 - Modificazioni del Decreto Ministeriale 27/09/1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.
- DM 01/02/1986 - Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili.
- DM n. 246 del 16/05/1987 - Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione.
- DMI del 26/08/1992 - Norme di prevenzione incendi nell'edilizia scolastica.

Tutti i materiali degli impianti devono essere della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte, e corrispondenti al servizio cui sono destinati.

Qualora la Direzione Lavori o il Committente rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo insindacabile giudizio, li ritiene per qualità, lavorazione o funzionamento non adatti alla perfetta riuscita degli impianti, e quindi non accettabili, la Ditta assuntrice deve, a sua cura e spese, allontanarli dal cantiere e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

Allo scopo di consentire una scelta uniforme delle marche dei componenti, l'approvazione dei materiali avverrà mediante procedura preliminare di sottomissione del campionario seguendo lo schema di "Foglio tecnico di sottomissione campionario" da predisporre inserendo tutti i dati di rilevanza.

## ART. N. 65 MODALITÀ PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Per quanto non specificato nel presente quaderno offerta e per tutto ciò che non sia in opposizione alle condizioni espresse dallo stesso, si farà riferimento alla normativa vigente in materia e a quanto stabilito nel Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei LL.PP. approvato con D.P.R. del 16/7/1962 n. 1063.

Resta comunque inteso che l'Ente appaltante, mediante i suoi rappresentanti, si riserva la facoltà di verificare in qualsiasi momento e luogo il rispetto delle prescrizioni a seguito riportate riservandosi l'accettazione di tutte quelle opere che non risultassero eseguite a perfetta regola d'arte sia per quanto possa dipendere da difetti esecutivi che dai materiali.

### Opere metalliche in genere (tubazioni e carpenteria)

Tutte le opere in acciaio (circuiti idraulici, carpenteria, ecc.) commissionate dovranno essere realizzate nelle forme e dimensioni indicate nei disegni approvati dall'Azienda o secondo le disposizioni della D.L. Pertanto, tutti gli elementi costituenti le opere suddette dovranno essere assemblati mediante giunzioni flangiate o saldate con procedimento di saldatura all'arco elettrico.

In particolare per quanto relativo alle opere eseguite con l'impiego di tubazioni in acciaio, le normative di riferimento per l'esecuzione dei lavori, per quanto non in opposizione con le prescrizioni contenute nel presente Quaderno offerta, saranno quelle desunte dalle "Norme API Standard 1104 per la saldatura di condotte in acciaio"

### Attrezzature

Tutte le attrezzature impiegate per la costruzione di quanto ordinato dovranno essere sempre in perfetto stato di efficienza e rispondenti alle vigenti normative con particolare riferimento a quelle antinfortunistiche.

In particolare le saldatrici, le motosaldatrici e le linee elettriche di collegamento dovranno essere idonee a garantire, in ogni caso, la corretta esecuzione e la continuità del lavoro in condizioni di sicurezza e secondo la normativa vigente.

Nelle attrezzature s'intendono compresi anche gli elettrodi, che dovranno essere di tipo idoneo all'impiego specifico, approvati dalla D.L., e dovranno essere utilizzati con i valori di tensione e di corrente raccomandati dal Produttore degli elettrodi. Essi dovranno essere immagazzinati e custoditi a cura dell'Appaltatore secondo le citate norme e dovranno essere immediatamente sostituiti qualora la D.L., a suo insindacabile giudizio, non li ritenga idonei all'impiego o ne riscontri l'avvenuto deterioramento.

#### Operazioni preliminari di saldatura

Le prescrizioni a seguito indicate si intendono applicate per l'esecuzione dei lavori sia in officina che in cantiere. Per quanto altro eventualmente non richiamato nel presente articolo, valgono le indicazioni contenute nella citata norma API 1104.

Prima di eseguire la saldatura si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

1. prima dell'allineamento per la saldatura, l'elemento da collegare (tubazione, profilato, curva, ecc.) dovrà essere accuratamente ripulito internamente con scovoli o altre attrezzature atte a rimuovere tutto lo sporco eventualmente introdottosi;
2. le testate da saldare dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc., con metodo approvato o preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle successive saldature;
3. prima della saldatura le testate dei vari elementi dovranno essere accuratamente controllate dall'Impresa, al fine di verificare l'integrità del profilo originale e, in particolare per le testate dei tubi, dovrà essere controllato che le ovalizzazioni siano contenute entro le tolleranze previste dalle norme API Standard 1104. Gli eventuali difetti non contenuti nella tolleranza potranno essere riparati soltanto su esplicita autorizzazione del Consorzio; diversamente e comunque in caso di difetti non riparabili, l'Impresa dovrà provvedere alla loro eliminazione tagliando la parte difettosa e ripristinando le testate secondo le prescrizioni già dette. Le tubazioni che non rispondessero alle norme specifiche o presentassero difetti non riparabili saranno scartate con ordine dalla D.L.;
4. l'Impresa dovrà curare che tutti i tagli da effettuare, sia sulle tubazioni esistenti che sui particolari di nuova costruzione, vengano eseguiti secondo un piano normale dell'asse delle condotte e/o secondo le dimensioni preventivamente concordate, nel caso di esecuzione di pezzi con inclinazioni tra gli assi diverse dai 90°.
5. Il bordo del taglio dovrà essere sagomato in modo da ottenere lo smusso e dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'impiego di mole o lime;
6. tutte le saldature dovranno essere eseguite con una temperatura ambiente non inferiore a +3 °C ; qualora la temperatura sia inferiore a quella sopraddetta di dovrà provvedere, con le modalità concordate dalla D.L., al preriscaldamento delle superfici.

Similmente, si dovrà evitare di effettuare saldature in presenza di umidità e pertanto, prima di procedere alle operazioni di giunzione, le superfici dovranno essere accuratamente asciugate. La D.L. si riserva la facoltà di sospendere i lavori sopra descritti qualora, a suo insindacabile giudizio, non sussistano le condizioni necessarie a garantire un sicuro esito dei lavori di saldatura. Non saranno ammesse saldature eseguite su superfici umide e/o a temperatura inferiore a quella succitata.

#### Procedimento di saldatura

Tutte le saldature dovranno essere eseguite con procedimento manuale all'arco elettrico, secondo le norme tecniche vigenti.

Il numero delle passate dipenderà dello spessore dell'elemento da saldare. In particolare per quanto riguarda la saldatura di tubazioni, le passate non dovranno mai essere inferiori a 3, comprendendo la prima. Ogni passata dovrà partire da un punto diverso dalla precedente.

Alla fine di ogni passata si dovrà procedere ad un'accurata pulizia della saldatura, al fine di rimuovere le scorie e consentire il controllo visivo della saldatura medesima e di ogni particolare che ne possa indicare la qualità ad un primo sommario esame.

#### Ispezione, controllo ed esame a vista delle saldature.

Le saldature dovranno presentare:

1. cordoni di saldatura continui e regolari, di larghezza costante e di spessore almeno uguale a quello dell'elemento metallico saldato;
2. superficie esterna a profilo convesso, sporgente di circa 2 mm dalla superficie del metallo;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

3. perfetta compenetrazione nelle superfici metalliche saldate e perfetto ricoprimento delle luci di accoppiamento, comprese quelle di svasatura delle testate;
4. nessuna inclusione di scorie;
5. assenza di soffiature, di craterizzazioni, di incollature, di spruzzi o di quanto altro possa pregiudicare la continuità del cordone di saldatura;
6. perfetto raccordo tra inizio e fine saldatura.

La D.L., anche a mezzo di propri incaricati, potrà in ogni tempo e luogo verificare le qualità e le modalità di lavoro, apportando tutte le modifiche tecniche che a suo avviso riterrà più opportune affinché l'esecuzione dei lavori commissionati risulti rispondente alle necessità aziendali.

In ogni caso potrà essere rifiutata la posa in opera di tutti quei manufatti o in genere, l'esecuzione di tutti quei lavori che, al solo esame visivo, non presentino le caratteristiche di accettabilità connesse con le regole di buona esecuzione o comunque non conformi alle prescrizioni della vigente normativa specifica.

#### Impianti elettrici

Tutti gli impianti di cui al titolo dovranno essere realizzati nella scrupolosa osservanza di tutte le norme, leggi e regolamenti vigenti in materia antinfortunistica, con particolare riguardo ai seguenti documenti:

- D.P.R. 547 del 27/4/55 e 303/56 e successive integrazioni;
- norme C.E.I. e UNEL;
- vincoli e prescrizioni imposti dall'Ente erogatore dell'energia elettrica e dalla Società concessionaria dei servizi telefonici;
- vincoli e prescrizioni imposti dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco;
- norme e regolamenti comunali e dell'U.S.L.

Nel corso dei lavori l'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di essi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Quaderno offerta.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le posizioni convenute, nonché in prove parziali di isolamento e funzionamento.

Non oltre sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori dovrà essere eseguito il collaudo definitivo, che la Stazione Appaltante si riserva di far eseguire da personale dell'ULS o altro tecnico specializzato, al fine di accertare che gli impianti ed i lavori eseguiti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate con la D.L. in sede di esecuzione.

#### Superfici metalliche da verniciare

Tutte le superfici metalliche da proteggere mediante verniciatura, da applicare in cantiere o in officina, dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere da tutte le zone la calamina, gli ossidi, le scorie residue dei cordoni di saldatura e le incrostazioni di qualsiasi natura.

Per tale operazione si adotterà, caso per caso, la modalità più idonea (carteggiatura, spazzolatura, raschiatura, martellatura, brossatura); nei casi di ossidazione profonda si dovrà ricorrere alla sabbiatura spinta fino a metallo vivo. Ove necessario tali metodi dovranno integrarsi.

La pulizia dovrà essere completata da un'operazione di rimozione della polvere, mediante soffio di aria asciutta a getto violento.

Le zone eventualmente imbrattate da sostanze grasse dovranno essere preventivamente pulite con solvente e successivamente trattate come sopra indicato.

A pulitura avvenuta le superfici dovranno essere idonee a garantire il miglior ancoraggio per le vernici che verranno successivamente applicate. L'applicazione del primer o della vernice di fondo (antiruggine o equivalente) dovrà essere effettuata nello stesso giorno in cui è stata eseguita la pulitura della superficie da verniciare.

I prodotti vernicianti in applicazione dovranno essere di qualità e tipi approvati dalla D.L., pertanto per le eventuali modalità di preparazione del fondo di applicazione dei prodotti di fondo e protettivi per quanto non espressamente e a integrazione a quanto sopra indicato si dovrà fare riferimento alle indicazioni delle schede tecniche redatte dal Produttore delle vernici applicate, che dovranno corredare la fornitura.

E' tassativamente vietata l'applicazione di vernici o pitture su superfici umide, salvo che per eventuali prodotti speciali. Per le eventuali sopravverniciature dovranno essere tassativamente rispettati gli intervalli previsti nelle citate schede tecniche.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Salvo diversa prescrizione specifica, tutte le superfici metalliche dell'intero impianto dovranno essere verniciate a fine lavori con vernici a ciclo 'clorocauciù' a tre mani (fondo, copertura e finitura: spessore totale film secco = 120 mm) delle tinte indicate dalla D.L. e comunque come quelle già utilizzate per gli altri impianti aziendali.

Superfici da zincare a caldo

La zincatura dovrà essere eseguita mediante immersione in bagno di zinco fuso, previo decapaggio (vedi art. n. 40 - Zincatura).

A trattamento avvenuto, la superficie dovrà presentarsi zincata omogeneamente, senza soluzione di continuità, priva di macchie e di inclusione di scorie.

La massa media dello strato di zincatura per unità di superficie non potrà essere inferiore a quanto indicato dall'art. n. 40.

A tale scopo la ditta fornitrice sarà tenuta a presentare le bollette di pesatura della carpenteria prima e dopo la zincatura.

Le strutture metalliche composte dovranno pertanto essere progettate con giunti e collegamenti a bulloneria inox e premontate in opera prima della zincatura, onde evitare successive lavorazioni su materiale zincato.

Saranno rigorosamente rifiutate tutte le opere metalliche che presenteranno lavorazioni e aggiustaggi dopo la zincatura a caldo.

Superfici delle tubazioni da interrare

Le superfici metalliche destinate all'interramento dovranno essere protette da idonei rivestimenti anticorrosivi.

Il rivestimento protettivo di tipo bituminoso dovrà essere applicato alle superfici metalliche con le seguenti modalità:

1. accurata pulizia della superficie con spazzola metallica fino al completo asporto di qualsiasi traccia di materiali estranei (prodotti dell'ossidazione del ferro, sostanze grasse, oleose, ecc.);
2. imprimatura con una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume fuso) di spessore non inferiore a 2 mm, continuo per tutta l'estensione della superficie da rivestire e comprendente anche una parte (non inferiore a 20 cm) del rivestimento esistente onde favorire il perfetto aggrappaggio e la continuità del nuovo rivestimento;
3. fasciatura elicoidale di tessuto in fibra di vetro (VETROFLEX) impregnato di bitume fuso a caldo, con sovrapposizione minima tra uno strato edil successivo del 25%, in più strati, fino a raggiungere uno spessore totale del rivestimento bituminoso protettivo di almeno 8 mm.

Prima della messa in opera dei manufatti metallici sarà cura dell'Impresa provvedere al collaudo della protezione eseguita mediante verifica con rilevatore a scintilla: dovrà essere garantita una resistenza dielettrica non inferiore a 14.000 V.

Previa accettazione della D.L. potranno essere poste in opera protezioni delle tubazioni realizzate con tecnologie diverse da quella illustrata purché vengano comunque garantiti al minimo i valori di collaudo sopra indicati.

Qualsiasi controllo dell'integrità dei rivestimenti dovrà essere effettuato in contraddittorio con il rappresentante dell'Azienda e con le modalità sopra indicate, pena la non accettazione dell'opera eseguita.

Gli eventuali difetti di rivestimento dovranno essere riparati secondo le prescrizioni relative alle varie tipologie di rivestimento impiegato.

## ART. N. 66 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo di aggressione ambientale, che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche liquide e senza solvente (diluente max 2%);
- verniciature a base di resine poliuretaniche, aromatiche (per interni) e alifatiche (per esterni);
- verniciature a base vinilica monocomponenti;
- verniciature a base epossipoliamicidica o amminica con o senza solventi;
- verniciature a base epossicatramosa.

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere con rivestimenti anticorrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura. In tale caso, sempreché le proposte vengano accolte, la Direzione Lavori potrà prescrivere l'effettuazione delle prove che ritenga del caso e subordinare l'accettazione dei prodotti all'ottenimento dei risultati che la Direzione Lavori stabilirà a suo insindacabile giudizio.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

#### 66.1 Mescolazione e diluizione delle vernici

Prima dell'applicazione, la vernice deve essere accuratamente rimescolata sino a perfetta omogeneizzazione; il rimescolamento va ripetuto ad ogni prelievo dal contenitore principale, soprattutto quando si tratti di vernice ad elevato peso specifico.

La miscelazione delle vernici a due componenti va effettuata al momento d'uso, aggiungendo tutto il "reagente" (o indurente) a tutta la "base" e rimescolando fino a completa omogeneizzazione. Qualora si debbano preparare quantitativi limitati di vernice, inferiori a quelli ottenibili mescolando l'intero contenuto della confezione di "base" o "reagente", si avrà cura di rispettare i rapporti stechiometrici, riferiti al peso o al volume delle vernici impiegate.

L'operazione di diluizione va eseguita unicamente con i prodotti prescritti dal Fabbrikante.

La diluizione per le vernici epossidiche cosiddette "senza solvente" non dovrà superare il 2% in peso del materiale e sarà eseguita unicamente con i prodotti prescritti dal fabbricante nella "scheda tecnica" della vernice.

#### 66.2 Condizioni ambientali e atmosferiche

La temperatura delle superfici da rivestire non potrà essere inferiore ai 5°C e superiore ai 45°C e l'umidità relativa non dovrà assolutamente superare l'75%; in ogni caso le superfici stesse non potranno essere verniciate qualora siano anche solo leggermente umide.

#### 66.3 Verniciatura

Dovrà essere data in due o più mani, seguendo le indicazioni del fabbricante impiegando prodotto non diluito fino al conseguimento di uno spessore minimo indicato ai punti successivi.

Ciascuna mano sarà data appena la precedente sarà indurita al tatto o comunque seguendo le indicazioni del fabbricante.

Ogni mano dovrà avere diversa tonalità di tinta finale, in modo che sia riconoscibile "a vista" la tipologia dei vari strati di vernice (antiruggine, primer, base, finitura ecc.).

Le tonalità saranno ottenute dal fabbricante aggiungendo coloranti chiari, alla vernice prescritta dal tipo di trattamento, come di seguito elencato. Il primer avrà comunque, sempre, una tinta contrastante con le vernici successive.

Qualora si debbano effettuare a distanza di tempo dei ritocchi o dei rifacimenti, la superficie da ripristinare dovrà essere pulita e carteggiata fino ad intaccare la superficie della vecchia vernice.

Dovranno essere rispettate dall'Appaltatore tutte le prescrizioni del fabbricante indicate nelle "schede tecniche" di ciascuna vernice o rivestimento. In particolare oltre ai materiali, alle modalità di posa, alle condizioni atmosferiche ecc. dovranno essere seguite le prescrizioni riguardanti i tempi e la protezione delle superfici verniciate durante l'asciugatura del rivestimento.

#### 66.4 Preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici da effettuare sarà in accordo alle norme SSPC (Steel Structures Painting Council - USA) ed integrate con la norma SSA (Swedish Standard Association) per quel che riguarda i gradi di sabbiatura e soprattutto i riferimenti fotografici relativi ai vari gradi di preparazione superficiale richiesta e la situazione iniziale delle superfici da trattare e rivestire.

In particolare le superfici dei materiali dovranno corrispondere alle classi A e B delle citate SSA. Saranno da impiegare materiali con grado di corrosione classe C solo se sabbiati con grado di preparazione SA 2, 1/2 oppure SA 3 (sabbiatura al metallo quasi bianco e al metallo bianco).

Sono da scartare materiali con classe di corrosione D.

Le equivalenze tra le citate normative S.S.P.C. ed S.S.A. per quel che riguarda il grado di sabbiatura richiesto nelle presenti prescrizioni sono riportate nella tabella seguente:

<b>SPECIFICA SSPC</b>	<b>NORME SSA</b>	<b>SOGGETTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
SSPC - SP7	Sa 1	Sabbiatura di spazzolatura	Rimozione della ruggine e delle scaglie di laminazione superficiali
SSPC - SP6	Sa 2/1	Sabbiatura commerciale	Sabbiatura sino a che ALMENO DUE TERZI di ciascun elemento di area siano esenti da residui visibili di ruggine e scaglie di laminazione

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

SSPC- SP10	Sa 2/2	Sabbiatura al metallo quasi bianco	Pulizia mediante sabbiatura quasi al metallo bianco, sino a che <b>ALMENO IL 95%</b> di ogni elemento di area di superficie sia esente da ogni residuo visibile di ruggine e scaglie di laminazione
SSPC - SP 5	Sa 3	Sabbiatura al metallo bianco	Rimozione di <b>TUTTA</b> la ruggine visibile e di <b>TUTTE</b> le scaglie di laminazione.

L'operazione di sabbiatura dovrà essere eseguita in officina e con l'impiego, in appositi impianti, di graniglia di ghisa frantumata, di granulometria compresa tra 710 e 1680 micron (setaccio USA da 25; 18; 16; 12 maglie) con un'altezza massima del profilo di sabbiatura compresa tra i 92 e i 200 micron.

La pulizia delle superfici da residui di grassi olii ecc. dovrà essere eseguita secondo la Specifica SSPC - SP 1-63 del citato Steel Structures Painting Council.

#### 66.5 Cicli di verniciatura

Di seguito si indicano i cicli di verniciatura in funzione dell'ambiente di posa e del tipo di struttura da proteggere.

La scelta del ciclo di verniciatura dovrà comunque essere approvata per scritto dalla Direzione lavori su proposta dell'Appaltatore.

Potranno essere valutati e approvati cicli di verniciature alternativi purché migliorativi degli standard sotto indicati.

Eventuali rivestimenti non approvati o diversi e comunque non conformi, anche se già in opera, dovranno essere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, rimossi e rifatti o modificati ed adattati secondo le prescrizioni della D.L. e senza che questo giustifichi richieste di riconoscimento di maggiori oneri da parte dell'Appaltatore.

#### 66.6 Condizioni di esposizione ambientale: atmosfera non aggressiva

1. Campi di impiego: Carpenteria, tubazioni, serbatoi.

2. Supporti e preparazione della superficie: Sabbiatura commerciale - specifica SSPC: SP6 norme SSA: Sa 2« - eseguita con graniglia di ghisa frantumata.

3. Ciclo di verniciatura:

- Applicazione di vernice antiruggine alchidica modificata, al fosfato di zinco con spessore a film secco 60 microns; l'asciugatura sarà di 48 ore minimo e comunque secondo l'indicazione del fabbricante;
- Applicazione di vernice al clorocaucciù-alchidico o alchidica "lungo olio" con spessore a film secco di 80 microns.

#### 66.7 Condizioni di esposizione ambientale: atmosfera marina o in prossimità di bacini con liquami salmastri

1. Campi di impiego: Carpenteria, tubazioni, serbatoi.

2. Supporti e preparazione della superficie: Sabbiatura commerciale - specifica SSPC : SP6; norme SSA: Sa 2½ - eseguita con graniglia di ghisa frantumata.

3. Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante inorganico (silicato di etile) bicomponente con spessore a film secco 75 microns;
- mano intermedia di vernice epossipoliammidica con spessore a film secco di 40 microns;
- applicazione di vernice poliuretana alifatica bicomponente con spessore a film secco di 90 microns.

#### 66.8 Condizioni di esposizione ambientale: atmosfere industriali

1. Campi di impiego: Carpenteria, tubazioni, serbatoi.

2. Supporti e preparazione della superficie: Sabbiatura al metallo quasi bianco - specifica SSPC : SP10; norme SSA : Sa 2½ - eseguita con graniglia di ghisa frantumata.

3. Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante inorganico etilsilicato dello spessore a film secco di 75 microns;
- applicazione di vernice epossipoliammidica con spessore a film secco di 40 microns;
- mani a finire di colorazione a scelta della Direzione Lavori, in vernice poliuretana alifatica bicomponente con spessore a film secco di 80 microns.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- 66.9 Condizioni di esposizione ambientale: atmosfere molto aggressive o industriali aggressive
1. Campi di impiego: Macchine speciali e relativa carpenteria.
  2. Supporti e preparazione delle superfici: Sabbiatura al metallo bianco - specifica SSPC: SP 5; norma SSA: Sa 3 - e seguita con graniglia di ghisa frantumata.
  3. Ciclo di verniciatura:
    - applicazione di primer zincante inorganico etilsilicato dello spessore a film secco di 75 microns;
    - applicazione di 2 mani di vernice epossipoliamicca con spessore a film secco di 80 microns;
    - applicazione a finire, di colorazione a scelta della D.L., di vernice poliuretana alifatica dello spessore a film secco, di 80 microns.
- 66.10 Condizioni di esposizione ambientale: contatto con aggressivi chimici ed acqua (parte immersa)
1. Campi di impiego: Macchine speciali e relativa carpenteria.
  2. Supporti e preparazione delle superfici: Sabbiatura al metallo bianco - specifica SSPC : SP5; norma SSA: Sa 3 - e seguita con graniglia di ghisa frantumata.
  3. Ciclo di verniciatura:
    - applicazione di primer zincante inorganico bicomponente etilsilicato con spessore a film secco di 70 microns;
    - applicazione di vernice epossidica al catrame di carbone fossile dello spessore minimo a film secco di 300 microns;
- 66.11 Condizioni di esposizione ambientale: alte temperature
1. Campi di impiego: Carpenteria, tubazioni, serbatoi, macchine speciali non a contatto con acqua.
  2. Supporti e preparazione delle superfici: Sabbiatura al metallo bianco - specifica SSPC: SP5; norme SSA : Sa 3 - e seguita con graniglia di ghisa frantumata.
  3. Ciclo di verniciatura per temperatura fino a 400°C
    - applicazione di primer zincante inorganico etilsilicato dello spessore a film secco di 75 microns;
    - applicazione di vernice all'alluminio siliconico dello spessore a film secco di 50 microns;
  4. Ciclo di verniciatura per temperatura fino a 600°C
    - applicazione di due mani di vernice d'alluminio siliconico dello spessore a film secco di 100 microns;

## ART. N. 67 ZINCATURA

La presente norma tecnica tratta la zincatura da impiegare per proteggere dalla corrosione l'acciaio utilizzato per carpenteria, serbatoi od altro.

Tale tipo di trattamento sarà adottato di iniziativa dell'Appaltatore o su ordine della Direzione Lavori quando le verniciature indicate nei paragrafi precedenti non diano sufficienti garanzie, sia in relazione al tipo di aggressione ambientale, sia in relazione alle funzioni assegnate alle strutture metalliche da proteggere.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione in appositi impianti approvati dalla D.L. I pezzi da zincare devono essere in acciaio di tipo calmato, è tassativamente vietato l'uso di acciai attivi od effervescenti.

Le parti da zincare dovranno essere pulite e sgrassate (SSPC - SP8-63) e sabbiate al metallo bianco secondo SSPC : SP 10; SSA : SA 1/2.

Gli spessori minimi della zincatura varieranno a seconda dello spessore del pezzo da zincare:

- per s del pezzo < 1 mmzincatura 350 g/m<sup>2</sup>;
- per s del pezzo > 1 < 3 mmzincatura 450 g/m<sup>2</sup>;
- per s del pezzo > 3 < 4 mmzincatura 500 g/m<sup>2</sup>;
- per s del pezzo > 4 < 6 mmzincatura 600 g/m<sup>2</sup>;
- per s del pezzo > 6 mmzincatura 700 g/m<sup>2</sup>.

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

A passivazione avvenuta dello zinco, realizzata anche con applicazione in officina di acido cromatico previa fosfatazione con fosfato di zinco, si procederà ad una accurata sgrassatura con solventi organici o con idonei sali sgrassanti e comunque con trattamento ad acqua calda e idropulitrice a pressione. Si procederà quindi ad un irruvidimento superficiale con tele abrasive o con spazzolatura leggera. Sarà applicata infine una mano di vernice poliuretana alifatica, di tinta a scelta della Direzione Lavori e con uno spessore a film secco di 80 microns, su un fondo di antiruggine epossidica.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

dica bicomponente con indurente poliammidico del tipo specifico per superfici zincate e con uno spessore a film secco di 50 microns. Potrà essere usato in alternativa un ciclo costituito dall'applicazione di vernice tipo Acril Ard con uno spessore a film secco di 70 microns, dato senza la costituzione dello strato di fondo.

#### 67.1 Zincatura dei giunti di saldatura

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della zincatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 microns;
- verniciatura finale come sopra.

### ART. N. 68 GARANZIE SUI RIVESTIMENTI E LE ZINCATURE

#### 68.1 Generalità

La durata della garanzia non deve essere intesa come un limite dell'effetto protettivo del rivestimento applicato. Tale durata stabilisce il periodo di tempo entro il quale l'Appaltatore è tenuto ad intervenire per quei ripristini che si rendessero necessari per cause da lui dipendenti.

La garanzia dovrà concernere la protezione anticorrosiva, intendendosi per corrosione l'alterazione del supporto metallico e non coprirà la normale degradazione delle caratteristiche estetiche del film (punto di colore, brillantezza, ecc.).

Le condizioni di garanzia vengono espresse nelle seguenti parti:

- 1) Garanzia sulla qualità del prodotto;
- 2) Garanzia sulla qualità dell'applicazione;
- 3) Garanzia sulla durata del rivestimento.

#### 68.2 Garanzia sulla qualità del prodotto

L'Appaltatore garantisce le pitture fornite contro tutti i difetti di produzione.

L'Appaltatore garantisce che le pitture fornite sono idonee per gli impieghi per i quali vengono proposte e che sono conformi a quanto dichiarato nelle relative schede tecniche ed ai campioni eventualmente forniti.

Gli spessori indicati nelle specifiche saranno verificati per campione con apposito strumento elettronico, fornito dall'Appaltatore. Tutti gli oneri relativi si intendono a carico dell'Appaltatore e compresi nel prezzo delle opere da fornire.

#### 68.3 Garanzia sulla qualità dell'applicazione

L'Appaltatore garantisce la buona applicazione delle pitture e dei rivestimenti in genere contro tutti i difetti di esecuzione del lavoro e si impegna ad eseguirlo secondo le regole dell'arte e della tecnica ed osservando scrupolosamente le prescrizioni del produttore delle pitture.

In particolare onde assicurare al primo strato di pittura una buona adesione al supporto, la preparazione della superficie da proteggere deve essere eseguita in base alle specifiche su indicate e dal produttore delle pitture, con i procedimenti più idonei per raggiungere i risultati indicati.

L'Appaltatore eseguirà il lavoro soltanto se le condizioni atmosferiche od ambientali lo consentono in base alle prescrizioni su espresse e programmando il lavoro in modo da rispettare i tempi di esecuzione stabiliti per il ciclo protettivo.

I prodotti debbono essere applicati con i sistemi prescritti o consentiti senza subire aggiunte o diluizioni non indicate od autorizzate dal produttore delle pitture.

#### 68.4 Garanzia della durata del rivestimento

Il produttore delle pitture e l'Appaltatore accettano di sottoscrivere congiuntamente un impegno di garanzia della durata di almeno 3 anni. Tale impegno comprende per la durata stabilita, con il criterio indicato nelle generalità, l'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni del rivestimento in dipendenza di deficienza intrinseca del rivestimento stesso, cioè per inosservanza degli impegni di qualità e di applicazione di cui ai punti 41.2 e 41.3.

Il rivestimento sarà giudicato soddisfacente se, al termine del periodo fissato (3 anni), le superfici trattate non presenteranno sulla loro totalità tracce di degradazione eccedenti i limiti del riferimento di seguito indicati salvo le limitazio-

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

ni specificatamente stabilite nel contratto. Le degradazioni sono date: da presenza di ruggine fra supporto e film di pittura, visibile attraverso il rivestimento stesso, anche quando non sia stata compromessa la continuità; da apparizione di ruggine perforante che abbia distrutto in tutto il suo spessore la continuità del film di pittura. Il riferimento adottato sarà quello dei vari gradi della Scala Europea del Grado di Arruginimento per pitture antiruggine e sarà RE 3 a 3 anni.

#### 68.5 Garanzia sulle zincature

Gli spessori dei rivestimenti eseguiti con zincature a caldo così come descritti al precedente art. n. 40, dovranno essere esplicitamente garantiti dall'appaltatore così come dovranno essere esplicitamente garantite le modalità di applicazione dello strato di zinco e la bontà dei materiali. Dovranno essere esibiti prima dell'installazione i certificati delle prove eseguite sui campioni, indicati nel numero e nelle modalità di prelievo dalla Direzione Lavori sui materiali pronti in officina.

### ART. N. 69 ELETTROPOMPE

#### 69.1 Condizioni di funzionamento

Le elettropompe dovranno essere adatte al sollevamento di reflui civili e progettate per servizio continuo a pieno carico (8000 ore/anno).

Il punto di funzionamento di progetto, riferito alla girante montata, dovrà preferibilmente essere situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

Le curve caratteristiche prevalenza-portata dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa. La prevalenza a mandata chiusa deve essere preferibilmente compresa tra il 110% e il 120% della prevalenza richiesta con la portata di progetto.

A corredo della fornitura e posa in opera dovranno essere forniti su appositi diagrammi le curve prevalenza-portata e i rendimenti delle pompe (vedi anche art. n 30). Di ogni macchina verrà effettuata durante il collaudo la verifica della corrispondenza delle caratteristiche di costruzione, funzionamento e rendimenti dichiarati.

Quando siano previste due o più pompe in parallelo, le curve caratteristiche dovranno essere perfettamente uguali, salvo diversamente consentito in casi specifici.

La pompa dovrà poter funzionare continuamente nel campo di portata 30-100% di quella di progetto.

Potrà essere fatta eccezione a quanto prescritto soltanto per pompe di portata esigua.

Le pompe non dovranno avere alcuna velocità critica nel campo di funzionamento. La velocità critica più vicina deve risultare superiore di almeno il 20% della velocità massima di funzionamento.

#### 69.2 Pressioni e temperatura di progetto

La pressione di progetto è normalmente basata sulla pressione massima raggiungibile nel funzionamento.

Valvole di sicurezza sono prescritte quando la pressione dell'apparecchiatura può eccedere quella di progetto per causa di incendio o di emergenza operativa; in tal caso la pressione di scatto della valvola corrisponderà alla pressione di progetto.

La pressione di bollo si identifica con la pressione di progetto (per tutti i barilotti, scambiatori, apparecchiature in genere); la pressione di bollo va arrotondata in eccesso allo 0,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Qualora non fosse previsto il bollo dell'apparecchiatura, la pressione di progetto coincide con quella di disegno meccanico.

Il valore minimo della temperatura di progetto deve essere almeno 15° superiore alla massima temperatura di esercizio prevedibile.

#### 69.3 Fusioni

Le fusioni dei singoli componenti delle pompe dovranno essere prive di fessurazioni, di soffiature, di scorie o di altri difetti. Non saranno accettate riparazioni di fori o di altri difetti delle parti in pressione, eseguiti con tasselli, composti cementati o di altro tipo.

#### 69.4 Corpo pompa

Gli spessori dei corpi e delle volute saranno previsti per la pressione di progetto.

#### 69.5 Tenute

Le tenute verso l'esterno per le **pompe orizzontali** saranno normalmente del tipo a baderna, eccettuati i casi ove risultino indispensabili tenute meccaniche.

Per le **pompe sommergibili** la tenuta idraulica sull'albero deve essere di tipo meccanico lubrificato da una camera d'olio e non richiedere alcuna lubrificazione di manutenzione.

Gli assi passanti attraverso le tenute a baderna devono essere incamiciati nella zona di attraversamento.

Le tenute meccaniche vanno dimensionate per la massima pressione di aspirazione e per la massima velocità di rotazione prevista in esercizio (velocità di scatto del motore primo).

I fori delle flange delle tenute che non sono utilizzati devono essere tappati con tappi di acciaio di qualità adatta a resistere al fluido trattato.

#### 69.6 Bilanciamento statico

Tutti gli elementi rotanti devono essere separatamente sottoposti al bilanciamento statico.

#### 69.7 Bilanciamento dinamico

Tutte le parti rotanti delle pompe centrifughe dovranno essere sottoposte a bilanciamento dinamico, quando le caratteristiche siano le seguenti:

a) velocità di rotazione superiore a 1'500 giri/min, per portata nominale superiore a 100 l/s e diametro della girante superiore a 150 mm;

b) velocità di rotazione superiore a 1'500 giri/min per pompe a più di due stadi;

c) velocità di rotazione superiore a 3'000 giri/min.

#### 69.8 Lubrificazione

La lubrificazione dei cuscinetti delle pompe orizzontali deve essere sempre ad olio.

La lubrificazione dei supporti interni ed il flussaggio delle tenute possono essere eseguiti con il liquido pompato, purché esso non contenga in sospensione solidi abrasivi.

#### 69.9 Giunti d'accoppiamento

Tutti i giunti d'accoppiamento delle pompe orizzontali munite di tenuta meccanica devono essere del tipo con spaziatore.

Tutti i giunti devono essere muniti di coprigiunto di protezione; quando richiesto, tali coprigiunti devono essere in esecuzione antisintille.

#### 69.10 Basamenti pompe orizzontali

Le pompe dovranno essere fornite complete di basamento comune a pompa e motore primo, salvo che sia diversamente prescritto.

#### 69.11 Flangiature e connessioni

Saranno in conformità alle norme U.N.I.

### ART. N. 70 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Gli impianti elettroidraulici dovranno essere forniti dalla Ditta esecutrice dei lavori, montati e perfettamente funzionanti, intendendosi perciò comprensivi delle apparecchiature elettromeccaniche e di telecomando, di ogni particolare e accessorio, nessuno escluso, anche se non espressamente citato, necessario per il corretto funzionamento dell'intera opera.

Gli impianti dovranno essere composti dalle seguenti apparecchiature delle quali si indicano le principali caratteristiche tecniche:

Elettropompe sommergibili

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Le elettropompe sommergibili dovranno essere adatte al sollevamento di liquame grezzo non grigliato di fognatura urbana contenente corpi solidi (I.P. 68).

Saranno dotate di albero, in acciaio inox e/o al carbonio comune alla pompa ed al motore. Viti, bulloni e dadi esterni all'elettropompa stessa saranno in acciaio inox.

La tenuta idraulica sull'albero motore dovrà essere di tipo meccanico costruito da anelli in materiali speciali (carburo di tungsteno o di silicio) striscianti e continuamente lubrificati da una camera d'olio circostante e non richiedere alcun ingrassaggio di manutenzione.

Il motore dovrà essere asincrono trifase (grado di protezione IP68) con rotore in corto circuito idoneo per installazione in luoghi umidi e statore con classe di isolamento F. IEG 85. La verniciatura esterna sarà effettuata con due mani (fondo e finitura) al clorocaucciù.

Ogni elettropompa sarà completa di adattatore per la giunzione rapida all'apposito piede di accoppiamento, piede di accoppiamento (fissato al fondo del pozzetto con almeno 4 tasselli dimensionati per resistere agli sforzi causati dall'esercizio delle pompe tipo Fischer FB in acciaio INOX aventi diametro e lunghezza minimi rispettivamente di 20 mm e 150 mm; il serraggio dei tasselli dovrà essere effettuato a mezzo apposito dado in acciaio INOX autobloccante), tubi guida in acciaio INOX, maniglia e catena dotata di appositi grilli in acciaio INOX opportunamente dimensionati per il sollevamento delle elettropompe a strappo. Ogni catena dovrà essere fissata superiormente a 2 ganci in acciaio inox.

Gli interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria, la sostituzione dei macchinari all'interno della vasca e la messa in funzione delle eventuali apparecchiature di riserva dovranno essere consentiti anche ad impianto pieno, senza necessità alcuna di entrare nel pozzetto, effettuando un semplice sollevamento del gruppo pompa.

Qualora si rendessero necessari collegamento elettrici all'interno dei pozzetti questi dovranno essere eseguiti collegando conduttori a mezzo morsetto crimpato da apposita pinza, seguito da 2 rivestimenti a mazzetta autoagglomerante, ed infine ricoprendo il tutto con guaina termorestringente di lunghezza minima di cm 40.

#### Tubazioni

Le tubazioni di mandata dovranno in ogni caso essere di acciaio inox AISI 316L dal piede di accoppiamento alla bocca di versamento, nel caso di condotte a gravità, e fino al giunto di smontaggio prima della saracinesca. I pezzi speciali di raccordo tra il collettore finale in ghisa e la fine delle mandate dovrà essere in acciaio inox AISI 304.

Lo spessore delle tubazioni non potrà essere inferiore a 3 mm.

Tutti i bulloni di accoppiamento tra le tubazioni e organi idraulici, saracinesche, valvole ecc..., saranno in acciaio inox, tutte le tubazioni dovranno essere del tipo S.S.

Le tubazioni dovranno essere del diametro minimo di 100 mm; nel caso che la mandata delle pompe sia di diametro diverso dalle tubazioni, sarà previsto un apposito organo di accoppiamento in riduzione.

Le tubazioni dovranno essere corredate da:

1. Flange, curve, pezzi speciali, giunti di smontaggio per rapide operazioni di montaggio e smontaggio in particolare in prossimità di valvole e saracinesche; saranno tutte in acciaio inox AISI 316 L; nel caso non fosse possibile reperirle nel mercato, potrà essere sostituito con altro approvato esclusivamente per iscritto dalla Direzione Lavori.
2. Valvole a saracinesca a passaggio totale corpo e cappello in ghisa sferoidale, vite di manovra in acciaio inox, cuneo rivestito internamente in gomma vulcanizzata, verniciatura esterna di tipo epossidico, flange forate UNI, con caratteristiche min. PN 10 e di dimensione minima DN 100 comunque dello stesso diametro della tubazione sulla quale viene montata;
3. Valvole di ritegno a palla approvata dalla Direzione Lavori; verniciatura di tipo epossidico esterna, PN10 e DN100 di dimensione minima e comunque dello stesso diametro della tubazione sulla quale viene montata;
4. Piede d'accoppiamento automatico da fissare al fondo della vasca, corredato da telaio di fissaggio e di portaguide superiori;
5. Pezzi speciali per il collegamento delle mandate delle pompe alle tubazioni di mandata delle dimensioni, consistenza e materiali indicate nei disegni di progetto.

Quanto previsto ai punti 2 - 3 - 5 dovrà essere posizionato in un vano separato da quello contenente le pompe sommergibili, trattate con una mano di primer e 2 mani di vernice al cloro caucciù.

#### Quadri elettrici

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. I termini utilizzati nelle presente sezione sono riportati in Allegato B. Per quelli citati e non definiti si faccia riferimento alle definizioni contenute nella pubblicazione CEI 17-13/1 E 23-51.

1. Nei quadri dovranno trovare posto tutte le apparecchiature riportate nell'allegato Q.1 (schemi elettrici).

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il progetto del quadro è specifica competenza e responsabilità del Fornitore dello stesso il quale avrà come riferimento l'attuale regola dell'arte, il rispetto delle richieste del Committente espresse tramite il presente Quaderno offerta, le norme riportate in Allegato A e la documentazione di progetto (all. Q1), il rispetto delle esigenze funzionali di sicurezza e di manutenzione dei quadri nel loro complesso e delle singole apparecchiature e componenti.

I quadri saranno per quanto possibile di costruzione di serie del Fornitore, i componenti dovranno essere di serie, normalizzati, reperibili sul mercato e di un'unica primaria casa; l'utilizzo di componenti di case diverse dovrà essere autorizzato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

La disposizione delle apparecchiature e dei componenti sarà scelta in modo che:

- il gas di ionizzazione eventualmente prodotto da una apparecchiatura non influenzi negativamente apparecchiature adiacenti
- i componenti che sono sorgenti di calore come ad esempio i resistori, i diodi di potenza, i trasformatori ecc. non possano danneggiare o ridurre le prestazioni di componenti adiacenti.

I materiali forniti da terzi saranno installati ed utilizzati in conformità con le istruzioni del costruttore degli stessi.

I quadri nel loro insieme, le singole apparecchiature di potenza ed i componenti avranno l'isolamento coordinato in relazione alle tensioni d'isolamento nominali.

Le sovratemperature massime ammesse saranno quelle previste nella norma CEI 17-13/1 (tabella 3) fatta eccezione per i terminali di cavi provenienti dall'esterno per i quali la massima sovratemperatura sarà di 55 °C con le sezioni dei conduttori come previsto dalla IEC 439. Per temperature ambiente superiori ai 40 °C le sovratemperature massime ammesse saranno ridotte in proporzione in modo che la temperatura assoluta risulti la stessa.

Le informazioni relative alle tensioni di cui sopra, alla corrente nominale, alla tenuta al cortocircuito ed i relativi valori come riportati nella norma CEI 17-13/1 saranno deducibili dalla documentazione (vedi art. n. 30 e il foglio dati quadri - allegato D)

In mancanza di specifiche richieste i tempi di durata delle correnti di cui sopra non saranno inferiori a 1 secondo.

I valori di picco delle correnti e i relativi fattori di potenza saranno conformi a quanto indicato nella tabella n.5 della CEI 17-13/1.

I circuiti a valle di fusibili e interruttori limitatori saranno adatti per le correnti di breve durata limitate dagli stessi sia in valore che in tempo.

Nella costruzione dei quadri e nella scelta dei componenti si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio. In particolare i quadri elettrici saranno dimensionati secondo i dati ambientali, elettrici e meccanici, riportati in un apposito foglio dati (F.D.Q), facente parte della documentazione di progetto.

I quadri nel loro insieme ed i singoli componenti saranno dimensionati assumendo che:

- le sbarre dei circuiti siano percorse dalla corrente nominale prevista dal foglio dati (F.D.Q) tenendo conto del fattore di contemporaneità (Fc) e considerando gli eventuali carichi sugli equipaggiamenti futuri attraverso il fattore d'ampliamento (Fa)
- le condizioni di servizio siano quelle previste dal foglio dati (F.D.Q) con la temperatura ambiente al suo valore massimo ( $t_{a_{max}}$ ).

I quadri saranno costruiti con una struttura e materiale atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche, termiche oltre che ai fenomeni di corrosione derivanti dalle condizioni di servizio previste.

La struttura portante sarà adatta al tipo di fissaggio indicato nel foglio dati (F.D.Q).

L'involucro esterno assicurerà un grado di protezione nel piano superiore (tetto) nel fondo ed in tutti gli altri eventuali piani non verticali superiore di un grado a quello indicato nel foglio dati (F.D.Q) valido per i lati verticali dell'involucro stesso.

Possono fare eccezione gli eventuali componenti montati sulle portelle o sui pannelli dell'involucro ed azionabili senza accedere all'interno.

Le eventuali aperture di areazione o drenaggio saranno schermate internamente con reti o lamiere forate per prevenire l'ingresso di insetti aventi grado di protezione almeno (IP4X).

Le porte del quadro saranno incernierate e provviste di maniglie bloccabili con una chiave.

I pannelli e le piastre di chiusura facenti parte dell'involucro saranno fissati solo a mezzo di viti.

I cavidotti dovranno essere chiusi sia in arrivo che in partenza da appositi materiali amovibili.

L'asportazione di coperchi o di parti di involucro meccanicamente fissate a parti estraibili sarà possibile solo a mezzo di chiavi ad impronta o di attrezzi.

I tipi di chiave ed attrezzi di cui sopra saranno ridotti al minimo compatibilmente con le esigenze di sicurezza.

Le parti attive saranno ubicate e protette (minimo IP 2X) in modo tale che persone addestrate ed autorizzate possano effettuare con quadro in tensione le seguenti operazioni, senza pericolo di contatti diretti accidentali (non volontari):

- ispezione visiva di dispositivi di manovra, regolazione e segnalazione, relè, sganciatori ed altri apparecchi

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- regolazione e ripristino di relè e sganciatori
- sostituzione di fusibili, lampade ecc...
- misure di tensione e corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente
- allacciamento di cavi provenienti dall'esterno
- rimozione per manutenzione dei componenti di ciascun circuito messo fuori tensione.

Per consentire le operazioni di cui sopra saranno previsti ripari sui componenti dei circuiti adiacenti che potrebbero accidentalmente essere toccati; in particolare gli scomparti, le frazioni di scomparto le celle ad utilizzazione multipla saranno sempre del tipo come definito in Allegato B (B.2.10.)

Le apparecchiature per le quali sono previsti normali interventi operativi (es. taratura relè, sostituzione fusibili ecc...) saranno posizionate in modo tale che questi interventi siano agevoli dal fronte quadro e senza dover procedere all'asportazione (Allegato B (B.2.19)) delle parti estraibili.

Gli strumenti indicatori, i manipolatori, e le lampade saranno montati su pannelli frontali in posizione agevole per la lettura e la manovra. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

I quadri a scomparti saranno predisposti per permettere l'ampliamento su entrambe le fiancate.

Le apparecchiature ed i materiali di una stessa fornitura saranno, in relazione ad analoghe funzioni, dello stesso tipo e costruttore (Es. lampade relè ausiliari, manipolatori, morsetti, strumenti, interruttori, contattori ecc...).

I seguenti requisiti addizionali valgono per i quadri con involucro metallico (Allegato B (B.2.4)):

1. La struttura dei quadri dovrà essere realizzata con montanti in profilati d'acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 10/10. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. Le porte frontali saranno corredate di una chiusura a chiave, il rivestimento frontale potrà essere costituito da vetro temprato. I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa. Tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati. Sul pannello anteriore saranno previste delle feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.
2. Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrozincatura delle lamiere. Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri, colore a finire RAL 1019 liscio e semilucido con spessore minimo di 70 mm.
3. L'ingresso dei cavi nel quadro potrà avvenire dal basso o dall'alto e sarà realizzato con piastre asportabili non forate, o quando richiesto, con pressacavi o altri sistemi di sigillatura. Se il collegamento con la linea esterna è contenuto in canalina o in cunicoli dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei. In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore, dovranno essere previste specifiche piastre pressacavi in materiale isolante. In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi che dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.
4. I cavi relativi ad una cella non passeranno attraverso un'altra cella a meno che non siano racchiusi in tubi o canalette metalliche messe a terra e tali da consentire lo sfilaggio e l'infilaggio senza dover accedere alla cella di passaggio.
5. Le celle con apparecchiatura estraibile saranno realizzate in modo tale da:
  - permettere l'intercambiabilità degli interruttori aventi le medesime caratteristiche
  - permettere l'intercambiabilità della parte estraibile di celle della stessa grandezza

I seguenti requisiti addizionali valgono per i quadri a cassette (B.2.11)

1. Saranno costituiti da cassette di tipo e materiale definiti caso per caso in relazione con le condizioni di servizio previste.
2. Le cassette in materiale plastico avranno resistenza agli urti meccanici di 7 J di energia d'urto. Le materie plastiche saranno termicamente stabili ed inoltre, per quelle con problemi di cariche elettrostatiche, le istruzioni d'utilizzazione, pulizia e manutenzione, saranno riportate su un cartello monitorato posto in vista sul quadro.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

3. La disposizione delle apparecchiature (interruttori, pulsanti, strumenti, e lampade) sarà riportata su opportuni fogli dal Fornitore del quadro
4. Salvo diversamente indicato nel foglio dati (F.D.Q), sarà previsto per le installazioni all'esterno un tettuccio con grado di protezione per il quadro IPX2.
5. Nei quadri in esecuzione a prova di esplosione e sovrappressione interna EEx-d ed EEx-p, le cassette e le interconnessioni saranno realizzate in accordo alle norme CEI 64-2.

Le sbarre, dimensionate per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di cortocircuito richiesti nel foglio dati (F.D.Q), si estenderanno per tutta la lunghezza del quadro. Nei sistemi trifasi con neutro la sbarra di neutro si svilupperà per tutta la lunghezza delle sbarre di fase con una sezione pari a quella di fase per sezioni fino a 200 mm<sup>2</sup>, di sezione metà per sezioni di fase superiori ai 200 mm<sup>2</sup> con un minimo di 200 mm<sup>2</sup>.

Se non diversamente indicato, le sbarre saranno in rame elettrolitico. Sbarre di materiale diverso potranno essere prese in considerazione solo se, oltre ad assicurare le prestazioni richieste, saranno accompagnate da una documentazione tecnica dettagliata per quanto concerne calcoli termici ed elettrodinamici.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire degli ampliamenti su entrambi i lati. Le estremità delle sbarre saranno forate per permettere futuri ampliamenti del quadro.

Nelle giunzioni sbarra-sbarra e sbarra-cavo le sbarre saranno protette contro l'ossidazione. Il tipo di materiale di protezione e il suo spessore saranno definiti dal fornitore in relazione alle condizioni di servizio indicate nel foglio dati (F.D.Q). Nelle connessioni tra sbarre e pinze di parti estraibili le pinze saranno protette contro l'ossidazione.

Non saranno eseguite giunzioni sbarra-sbarra con un solo bullone su sbarre piatte di larghezza maggiore di 40 mm. I bulloni e i morsetti saranno provvisti di sistemi antiallentanti.

Le sbarre saranno fissate alla struttura tramite supporti i quali potranno essere costituiti da isolatori o da supporti isolanti stampati o stratificati comunque di materiale non igroscopico e non combustibile e realizzati in modo tale da evitare scariche superficiali in caso di deposito di polvere o formazione di condensa.

Questi supporti saranno dimensionati in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al cortocircuito.

I supporti dovranno essere fissati alla struttura del quadro già predisposta per eventuali modifiche future. Le sbarre saranno ammarate tenendo conto delle dilatazioni termiche e delle eventuali vibrazioni previste. Le derivazioni saranno realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 kV. I conduttori saranno dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato. Per correnti nominali superiori a 160 A i collegamenti in ogni caso saranno realizzati con bandelle flessibili. Gli interruttori saranno alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione; in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione. Dovrà altresì essere studiata la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere. A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si atterranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti. Non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione maggiore di 50 mm<sup>2</sup>. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni adesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati. Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza, salvo la prescrizione di cui sopra si atterranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, alla ricezione di cavi fino a 6 mm<sup>2</sup>. Le sbarre e i conduttori isolati di potenza saranno contrassegnati come previsto nelle relative norme di riferimento.

I collegamenti ausiliari nei quadri saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3 kV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm<sup>2</sup> per i T.A.
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale. Dovranno essere identificati conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati. Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro. I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto. Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Non è ammesso il fissaggio con adesivi. Costituiranno titolo di preferenza accessori per l'alimentazione di apparecchiature modulari prodotti e/o commercializzati dal costruttore degli stessi.

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli di contatto con le parti attive. Questa protezione sarà ottenuta rispettando le prescrizioni di cui sopra. La protezione contro i contatti indiretti degli impianti sarà fatta con la messa a terra utilizzando un circuito di protezione. Per questo motivo in tutti i quadri, compresi quelli con isolamento speciale sarà installata una sbarra di protezione (PE). La sbarra di protezione (PE) coprirà tutta la lunghezza del quadro e sarà prevista di bulloni di connessione, alle due estremità ed ovunque sia previsto l'allacciamento di un cavo. Essa sarà in rame e di sezione adatta alla corrente di breve durata prevista (B.1.5). Nei quadri chiusi la sbarra di protezione (PE) sarà installata all'interno nella posizione più opportuna per allacciare i conduttori di protezione e le armature dei cavi. Nei quadri a cassette multiple la sbarra di protezione (PE) sarà installata all'esterno immediatamente sotto il filo delle cassette. Nei quadri chiusi con apparecchiature poste in verticale, in corrispondenza delle apparecchiature sarà prevista una sbarra di protezione derivata da quella di cui sopra, per la connessione di cavi e per la connessione delle singole apparecchiature. Nei quadri, ad eccezione di quelli con isolamento speciale la parte conduttrice accessibile (massa) di ogni scomparto o cassetta sarà individualmente collegata alla sbarra di protezione (PE) con una connessione in rame. La connessione in questione dovrà avere sezione di  $4 \text{ mm}^2$  (il cosiddetto cavallotto può realisticamente considerarsi un prolungamento della massa e come tale non ricade nelle prescrizioni relative al conduttore di protezione (sezione opportunamente calcolata in base alla corrente presunta di guasto a terra per resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche). Non dovranno essere collegate a terra quelle parte pur conduttrici inaccessibili durante il servizio ordinario. In particolare lo sportello del quadro su cui non siano montate apparecchiature di tipo elettrico, dovrà essere collegato a terra solo nel caso in cui esso possa andare in tensione per un difetto dell'isolamento non nel caso quindi che esso costituisca un semplice impedimento all'accesso agli attuatori dei dispositivi di protezione e comando montati sul fronte quadro. Il Fornitore garantirà la continuità di tutte le parti metalliche o tramite connessioni equipotenziali appositamente predisposte o tramite le giunzioni della struttura.

Gli equipaggiamenti estraibili saranno collegati al circuito di protezione con contatto a pinza o strisciante o a molla, sia in posizione di servizio che in quella di prova.

#### Interruttori

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. Saranno oggetto di preferenza da parte del Committente quadri che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore. Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione. Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di cortocircuito possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato adiacente. Devono in ogni caso essere garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature. Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione. Il potere d'interruzione estremo  $I_{cu}$  e di servizio  $I_{cs}$  saranno commisurati a quanto richiesto dalla documentazione di progetto. Gli interruttori modulari per uso industriale possiederanno:

a) le seguenti caratteristiche elettriche:

tensione nominale: 400 V;

corrente nominale: fino a 100 A;

potere d'interruzione: fino a 50 kA;

caratteristiche d'intervento magnetico:

1. fino a  $I_n = 63 \text{ A}$  alternative:

-  $I_m = 3I_n$

-  $I_m = 4I_n$

-  $I_m = 8,5I_n$

-  $I_m = 12I_n$  (valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05I_n$ ,  $I_f = 1,2I_n$ )

2. fino a  $I_n = 100 \text{ A}$  alternative:

-  $I_m = 4I_n$

-  $I_m = 8,5I_n$

-  $I_m = 12I_n$

taratura fissa;

numero di poli da 1 a 4 tutti protetti;

possibilità di avere l'interruttore magnetotermico con protezione differenziale istantanea con i seguenti valori di  $I_{DN} = 0,03, 0,3, 0,5, 1, 3 \text{ A}$  e selettiva con valori di  $I_{DN} = 0,3, 1, 3 \text{ A}$ ;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

protezione contro gli scatti intempestivi per interruttori automatici differenziali (onda di corrente di prova 8/20 ms);

sensibilità alla forma di corrente:

- tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata
- tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe 1 con circuiti elettronici che danno origine a correnti pulsanti e/o componenti continue

intervento automatico segnalato dalla leva di manovra;

tropicalizzazione degli apparecchi, esecuzione T2 secondo norma IEC 68-2-30 (umidità relativa 95% a 55 °C);

b) le seguenti caratteristiche costruttive:

- devono potersi montare, mediante aggancio bistabile, su guida simmetrica DIN o a doppio profilo (tipo MULTI-FIX o similare);
- devono poter essere direttamente montati su pannello isolante;
- devono potere essere alimentati da valle senza alterazione delle caratteristiche elettriche;
- devono avere la chiusura rapida (manovra indipendente);
- devono avere il sezionamento visualizzato;
- devono avere tensione nominale di tenuta ad impulso (onda di prova 1,2/50 ms) pari a 6 kV;
- devono avere la possibilità di collegamento cavi di 35 mm<sup>2</sup> fino a  $I_n=63$  A;
- devono avere la possibilità di collegamento cavi di 50 mm<sup>2</sup> per correnti superiori;
- devono avere un sistema di doppia identificazione (leva e morsetto);
- devono avere morsetti dotati di un dispositivo di sicurezza per evitare l'introduzione dei cavi a morsetto serrato, essere zigrinati per assicurare una migliore tenuta al serraggio;
- devono avere viti serrabili con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce;
- devono avere le singole fasi degli interruttori multipolari separate tra di loro mediante diaframma isolante;
- devono avere dimensione di un polo pari a :
  - modulo (18 mm) fino a  $I_n = 63$  A
  - moduli (27 mm) fino a  $I_n = 100$  A

se magnetotermici differenziali devono essere dotati di visualizzazione meccanica dell'intervento per differenziale sul proprio frontale;

devono consentire se di dimensione pari a 1 modulo l'utilizzo di pettini di ripartizione isolati anche sui terminali non utilizzati.

Tale possibilità deve essere mantenuta anche in presenza di blocco differenziale ed altri ausiliari elettrici. Nel caso in cui non si utilizzi il pettine per la ripartizione sarà possibile in corrispondenza dei morsetti assicurare un grado di protezione superiore a IP20 grazie alla presenza di copriviti piombabili.

Gli interruttori magnetotermici con correnti nominali fino a  $I_n = 63$  A (1 modulo 18 mm) devono avere la possibilità di montare sullo stesso lato di ciascun apparecchio i seguenti ausiliari di dimensione:

- pari a 1/2 o 1 modulo :
  - segnalazione della posizione dei contatti dell'interruttore
  - segnalazione per intervento su guasto
  - sganciatore di minima tensione istantaneo o ritardato
  - sganciatore a lancio di corrente
- per un massimo di moduli 3
  - avere la possibilità di verificare ad interruttore aperto il funzionamento dei contatti di segnalazione dello stato dell'interruttore e di segnalazione guasto;
  - essere ben leggibili sugli ausiliari elettrici le indicazioni degli schemi elettrici, di montaggio e delle caratteristiche;
  - avere lo stato degli ausiliari elettrici visualizzato meccanicamente;
  - avere gli ausiliari elettrici montati senza viteria;
  - avere gli ausiliari elettrici che consentano l'utilizzo di pettini di ripartizione di portata fino a 100 A isolati anche sui terminali non utilizzati.

Gli interruttori magnetotermici con correnti nominali fino a  $I_n = 100$  A (1 modulo 27 mm) devono avere la possibilità di montare sui lati di ciascun apparecchio i seguenti ausiliari di dimensione pari a 1/2 modulo:

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- su un lato
  - segnalazione della posizione dei contatti dell'interruttore;
  - segnalazione per intervento su guasto;
- sull'altro
  - sganciatore di minima tensione istantaneo o ritardato;
  - sganciatore a lancio di corrente o nel caso di interruttore magnetotermico;
  - differenziale il comando per apertura a distanza.

devono avere la possibilità di utilizzare un blocco a lucchetto montabile con facilità in posizione di interruttore aperto; devono poter essere comandati lateralmente o frontalmente con eventuale blocco porta; devono poter essere montati nella versione estraibile e sezionabile con la possibilità di essere bloccati nella posizione di sezionato; devono poter essere accessoriati di coprimorsetti che assicurino un grado di protezione superiore a IP20 anche sul lato superiore.

Gli interruttori scatolati possiederanno:

a) le seguenti caratteristiche elettriche:

- avranno una tensione nominale di funzionamento ( $U_0$ ) di 690 V c.a. (50/60 Hz) e una tensione nominale d'isolamento ( $U_i$ ) di 750 V c.a. (50/60 Hz)
- saranno adatti alla funzione di sezionamento secondo la norma IEC 947.1 par.7.27
- potranno essere alimentati da monte e da valle senza riduzione delle prestazioni

a) le seguenti caratteristiche costruttive:

- saranno disponibili in versione tripolare e tetrapolare in esecuzione fissa, estraibile o sezionabile su telaio; nel caso di esecuzione estraibile o sezionabile su telaio, saranno dotati di un dispositivo di presgancio che impedisce l'inserimento o l'estrazione ad apparecchio chiuso
- potranno essere montati in posizione verticale, orizzontale, coricata senza riduzione delle prestazioni

Allo scopo di garantire la massima sicurezza, i contatti di potenza saranno isolati dalle altre funzioni come il meccanismo di comando, la scatola isolante, lo sganciatore e gli ausiliari elettrici mediante un involucro in materiale termoisulante. Il meccanismo di comando degli interruttori scatolati sarà del tipo a chiusura ed apertura rapida con sgancio libero della leva di manovra. Tutti i poli dovranno manovrare simultaneamente in caso di chiusura, apertura e sgancio. Gli interruttori scatolati saranno azionati da una leva di manovra indicante chiaramente le tre posizioni ON, OFF, TRIPPED. Per assicurare il sezionamento visualizzato secondo la norma IEC 947.1 par. 7.27 il meccanismo sarà concepito in modo tale che la leva di manovra indichi la posizione OFF solo se i contatti di potenza sono effettivamente separati, il sezionamento sarà ulteriormente garantito da una doppia interruzione dei contatti di potenza. Gli interruttori scatolati saranno equipaggiati con un pulsante di TEST "push to trip" sul fronte per la verifica del corretto funzionamento del meccanismo di comando e dell'apertura dei poli. L'aggiunta del telecomando o della manovra rotativa non dovrà impedire la visualizzazione e l'accesso alle regolazioni. Gli interruttori scatolati differenziali potranno essere realizzati con l'aggiunta di un dispositivo differenziale a corrente residua (DDR) montato direttamente sulla scatola di base senza il complemento di sganciatori ausiliari. Tale interruttore differenziale sarà conforme alle norme IEC 947 - 2 appendice B, immune agli interventi intempestivi secondo le raccomandazioni IEC 255 e IEC 801-2-3-4-5, adatto al funzionamento fino a -25 °C secondo VDE 0664. Gli interruttori scatolati differenziali saranno di classe A secondo le norme IEC 755, l'alimentazione sarà trifase. Dovranno essere in grado di sganciare l'interruttore anche in caso di abbassamento della tensione di alimentazione fino a 80 V c.a. Gli interruttori scatolati potranno essere equipaggiati di blocchi di misura differenziali che permettano la segnalazione di un eventuale abbassamento dell'isolamento, senza intervenire sul meccanismo di sgancio dell'interruttore. Gli interruttori scatolati saranno equipaggiati di sganciatori intercambiabili. Da 100 a 250 A sarà possibile scegliere tra una protezione magnetotermica ed elettronica. Per taglie superiori a 250 A lo sganciatore sarà solo elettronico. Lo sganciatore sarà integrato nel volume dell'apparecchio. Gli sganciatori elettronici saranno conformi all'allegato F della norma IEC 947-2 (rilevamento del valore efficace della corrente di guasto, compatibilità elettromagnetica). Tutti i componenti elettronici potranno resistere, senza danneggiarsi, fino alla temperatura di 125 °C. Gli sganciatori magnetotermici ed elettronici saranno regolabili; l'accesso alla regolazione sarà piombabile. La regolazione delle protezioni sarà fatta simultaneamente su tutte e tre le fasi.

Gli sganciatori degli interruttori scatolati avranno le seguenti caratteristiche:

Sganciatori magnetotermici:

1. termico regolabile dall'80% al 100% della corrente nominale dello sganciatore;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

2. magnetico regolabile da 5 a 10 volte la corrente nominale (per  $I_n < 200$  A);
3. la protezione del neutro potrà essere effettuata sia con un valore uguale sia con un valore metà della protezione di fase ( $I_n > 80$  A).

**Sganciatori elettronici:**

1. protezione lungo ritardo;
2. Ir regolabile a gradini dal 60% al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico per le taglie fino a 250 A;
3. Ir regolabile dal 40% al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico per le taglie superiori a 250 A;
4. protezione corto ritardo;
5. Im regolabile da 1,5 a 10 volte la corrente di regolazione termica (Ir);
6. temporizzazione fissa;
7. protezione istantanea;
8. soglia fissa tra 12 e 20 volte la corrente nominale;
9. Protezione tetrapolare: gli apparecchi tetrapolari consentiranno la scelta del tipo di protezione sul neutro mediante un commutatore a tre posizioni: neutro non protetto, neutro protetto per un valore di corrente pari a metà di quella di fase, neutro protetto per un valore di corrente uguale a quella di fase.

**Sganciatori elettronici avanzati:**

1. protezione lungo ritardo;
2. Ir regolabile a gradini dal 40% al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico;
3. temporizzazione regolabile a 5 gradini;
4. protezione corto ritardo;
5. Im regolabile da 1,5 a 10 volte la corrente di regolazione termica (Ir);
6. temporizzazione regolabile a 3 gradini;
7. protezione istantanea regolabile da 1,5 a 11 volte la corrente nominale;
8. protezione tetrapolare: gli apparecchi tetrapolari consentiranno la scelta del tipo di protezione sul neutro mediante un commutatore a tre posizioni: neutro non protetto, neutro protetto per un valore di corrente pari a metà di quella di fase, neutro protetto per un valore di corrente uguale a quella di fase.

Lo sganciatore elettronico ottimizzerà la protezione dei cavi e dell'impianto memorizzando la variazione di temperatura subita dalle condutture in caso di sovraccarichi ripetuti.

Le funzioni di controllo standard negli sganciatori saranno:

**Sganciatore elettronico:**

1. LED di segnalazione del carico a 2 soglie;
2. LED acceso fisso al 90% di Ir;
3. LED lampeggiante al 105% di Ir;
4. Presa di test per consentire la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.

**Sganciatore elettronico avanzato**

1. LED di segnalazione del carico a 4 soglie;
2. LED acceso fisso al 60-75-90% di Ir;
3. LED lampeggiante al 105% di Ir;
4. Presa di test per consentire la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.

Gli interruttori scatolati avranno una durata di vita elettrica almeno uguale a tre volte il minimo richiesto dalla norma IEC 947 - 2. Gli interruttori scatolati potranno essere equipaggiati con telecomando. Un commutatore "locale/distanza" sul fronte del telecomando stesso predisporrà l'interruttore per la manovra manuale o a distanza con rinvio a distanza dell'indicazione della posizione (il tempo di chiusura sarà inferiore agli 80 ms). In caso di sgancio elettrico (sovraccarico, cortocircuito, isolamento) sarà inibito il comando a distanza, sarà consentito nel caso di apertura con sganciatore voltmetrico (il meccanismo di riarmo sarà ad accumulo di energia). L'aggiunta di un telecomando o di una manovra rotativa conserverà integralmente le caratteristiche delle manovre dirette. Il telecomando permetterà solo tre posizioni stabili: ON, OFF, TRIPPED. Il sezionamento sarà visualizzato con una chiara indicazione sul fronte delle posizioni I, O. Gli interruttori scatolati devono permettere il montaggio di ausiliari ed accessori come sganciatori voltmetrici e contatti ausiliari anche con apparecchio già installato in assoluta sicurezza: (saranno isolati dai circuiti di potenza). Tutti gli ausiliari ed accessori elettrici saranno dotati di morsetti integrati e montabili senza viti e saranno comuni a tutta la gamma. L'identificazione e l'ubicazione degli ausiliari elettrici sarà indicata in modo indelebile con

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

una incisione sulla scatola di base dell'interruttore e sugli ausiliari stessi. L'aggiunta di detti ausiliari non aumenterà il volume dell'interruttore. Le eventuali opzioni relative agli sganciatori elettronici potranno essere montate sullo stesso senza aumento del volume dell'interruttore. Esse sono:

1. protezione di terra
2. sorveglianza e controllo del carico a due soglie con basculamento dei contatti al superamento delle soglie
3. indicazioni sul fronte a mezzo di LED delle cause di sgancio (lungo ritardo, corto ritardo, istantaneo, guasto a terra)
4. trasmissioni a mezzo bus di tutte le regolazioni dello sganciatore elettronico delle misure delle correnti di fase, delle cause dello sgancio, dello stato dell'interruttore aperto, chiuso, sganciato

### Differenziali

L'utilizzo del dispositivo limitatore del Distributore come dispositivo di protezione è ammesso solo nei gruppi di misura centralizzati. A valle del gruppo di misura singolo, installato dall'ente distributore di energia elettrica verrà installato uno dei seguenti dispositivi:

1. interruttore automatico se la condotta collegante il gruppo di misura e il quadro di sollevamento è a doppio isolamento e il quadro di sollevamento è isolante. All'ingresso del quadro di sollevamento sarà installato un interruttore differenziale puro tarato a 1 A e ritardato a 300 ms. Ogni partenza dal quadro sarà protetta con interruttore differenziale da 500 mA.
2. interruttore automatico se la condotta collegante il gruppo di misura e il quadro di sollevamento è a doppio isolamento e il quadro di sollevamento è metallico con ingresso a doppio isolamento. All'ingresso del quadro di sollevamento sarà installato un interruttore differenziale puro tarato a 1 A e ritardato a 300 ms. Ogni partenza dal quadro sarà protetta con interruttore differenziale da 500 mA.
3. interruttore automatico differenziale se il quadro di sollevamento della struttura è metallico. All'ingresso del quadro di sollevamento sarà installato un interruttore di manovra sezionatore. Ogni partenza dal quadro sarà protetta con interruttore differenziale da 500 mA.
4. interruttore automatico differenziale direttamente sul quadro di sollevamento quando la condotta di collegamento tra il gruppo di misura e il quadro di sollevamento soddisfa ai seguenti tre requisiti:
  - è di lunghezza inferiore ai 3 m
  - è realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito
  - non è posta vicino a materiale combustibile

All'ingresso del quadro di sollevamento sarà installato un interruttore magnetotermico differenziale con soglia differenziale tarata a 1 A e ritardato a 300 ms. Ogni partenza dal quadro sarà protetta con interruttore differenziale da 500 mA.

N.B. Nel caso si utilizzino interruttori differenziali ad uso domestico e similare si dovrà porre attenzione sul fatto che per avere totale selettività orizzontale l'interruttore a monte dovrà essere di tipo S (selettivo) ed avere una corrente nominale differenziale d'intervento IDn di almeno tre volte la corrente nominale differenziale d'intervento dell'interruttore a valle.

### Contattori

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. I contattori saranno del tipo in aria e di tipo compatto; contattori di tipo diverso potranno essere presi in considerazione caso per caso. La tensione di rilascio della bobina non sarà superiore al 65 % e non inferiore al 30% della tensione nominale. I contattori saranno scelti secondo le seguenti indicazioni:

<b>Applicazioni tipiche</b>	<b>Categoria di utilizzazione</b>	<b>Ic/Ie</b>
Carichi resistivi o debolmente induttivi	AC-1	1.5
Motori ad anelli: avviamento ed arresto	AC-2	4
Motori a gabbia: avviamento ed arresto durante la marcia	AC-3	8
Motori a gabbia: avviamento, frenatura in controcorrente, manovra ad impulsi	AC-4	10
Comando di lampade a scarica	AC-5a	3
Comando di lampade ad incandescenza	AC-5b	1.4

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Comando di trasformatori	AC-6a	-
Comando di batterie di condensatori	AC-6b	-
Carichi leggermente induttivi in applicazioni domestiche e simili	AC-7a	1.5
Comando di motori in applicazioni domestiche	AC-7b	8
Comando di motori per compressori ermetici di frigoriferi con ripristino manuale dello sganciatore per sovraccarico	AC-8a	6
Comando come sopra con ripristino automatico dello sganciatore di sovraccarico	AC-8b	6

Ic: potere di chiusura ed interruzione nominali

Ie: corrente d'impiego

Oltre ai contatti di potenza i contattori potranno essere provvisti di contatti ausiliari richiesti normalmente aperti NA e normalmente chiusi NC.

#### Relè termici

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. Saranno di tipo diretto, bimetallici, tripolari, compensati rispetto alla temperatura dell'aria ambiente per variazioni da -5 °C a +50 °C ed avranno caratteristiche come indicato nella tabella 10 A delle norme CEI 17-7 con le seguenti precisazioni per temperatura dell'aria 50 °C: tipo1 (A=1; B=1,15), differenziali per ovviare alla mancanza di una fase, regolabili mediante un dispositivo graduato ed opereranno almeno su un contatto in scambio. Nei relè per avviamento "normale", per un valore di corrente pari a 6 volte il valore di regolazione, non si avrà l'intervento del relè in meno di 5 sec. considerando gli stessi ad una temperatura iniziale di 40 °C. Nei relè per avviamento "pesante", per un valore di corrente pari a 6 volte il valore di regolazione, non si avrà l'intervento del relè in meno di 12 sec. considerando gli stessi ad una temperatura iniziale di 40 °C. L'intervento a regime termico (a caldo) avverrà approssimativamente per valori di corrente compresi tra 1/4 del corrispondente a freddo ed il valore d'intervento a freddo. La corrente nominale del motore In dovrà posizionarsi a metà del campo di regolazione della corrente Ir del relè.

#### Avviatori : protezioni contro i cortocircuiti

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. Gli avviatori cioè i dispositivi per la marcia e l'arresto dei motori e per la loro protezione contro i sovraccarichi saranno costituiti da contattori e relè termici diretti. La protezione contro il cortocircuito sarà realizzata a mezzo di interruttori con solo sganciatore magnetico per avere un coordinamento di tipo 2 (per coordinamento di tipo 2 si indica l'assenza di danni alle persone e all'impianto e la possibilità di riprendere il servizio dopo il cortocircuito. Inoltre il rischio di saldatura dovrà essere ridotto a valori praticamente trascurabili). In questo caso per garantire un minor danneggiamento possibile si ricorrerà a interruttori di tipo limitatore. Le categorie d'impiego degli avviatori saranno le seguenti secondo la norma CEI 17-3:

1. AC-3 per motori con rotore a gabbia in servizio continuo
2. AC-4 per motori con rotore a gabbia in servizio intermittente

La corrente nominale d'impiego (Ie) sarà assunta considerando un numero di cicli a carico (durata elettrica) come segue:

1. AC-3 almeno 1/10 del numero di cicli a vuoto (durata meccanica)
2. AC-4 pari a 0,3 milioni

La classe del servizio intermittente ed il relativo rapporto di intermittenza per la categoria d'impiego AC4 sarà definita caso per caso; in mancanza di indicazioni essa sarà: classe 3 (300 cicli/h) e rapporto d'intermittenza 15%. La scelta delle apparecchiature ed il relativo coordinamento saranno indicati dalla documentazione di progetto. L'avviamento sarà di tipo diretto per potenze  $\leq 7$  kW. Nel caso di potenze superiori dovrà essere calcolata la coppia al giunto per la valutazione degli sforzi torsionali che il giunto e la macchina operatrice subiscono durante l'avviamento. Tale dato dovrà essere confrontato con la coppia massima che può essere applicata alla macchina. Nel caso la coppia al giunto risulti superiore si dovrà ricorrere ad un avviamento di tipo soft-start. Tutti gli oneri in merito al calcolo sono a carico dell'Appaltatore compreso l'iter procedurale per l'ottenimento dei dati dal costruttore della macchina operatrice.

#### Fusibili

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. I fusibili su circuiti di distribuzione di energia elettrica saranno di tipo gG e gM. I fusibili di tipo a tappo avranno un potere d'interruzione di 50 kA (r.m.s.) a 380 V, 40 kA (r.m.s.) a

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

500 V. I fusibili potranno avere filettatura E16 oppure E27 se destinati a circuiti di controllo filettatura E27 oppure E33 se destinati a circuiti di potenza. I fusibili di tipo a coltello avranno un potere d'interruzione di 100 kA (r.m.s.) fino a 500 V e saranno quanto più possibile uguali per le diverse correnti nominali compatibilmente con gli standard costruttivi.

Interruttori di manovra - interruttori di manovra sezionatori

La normativa di riferimento è riportata in Allegato A. Gli interruttori di manovra, gli interruttori di manovra sezionatori (interruttori di manovra che possiedono anche le caratteristiche del sezionatore) saranno del tipo in aria, dimensionati per stabilire portare ed interrompere le correnti in condizioni ordinarie del circuito, con la manovra dal fronte del quadro dove sarà montata una mostrina che indica la posizione di aperto-chiuso in assenza di una chiara indicazione sul fronte dell'IMS stesso. Gli interruttori di manovra, gli interruttori di manovra sezionatori saranno scelti secondo le seguenti indicazioni:

CATEGORIA D'UTILIZZAZIONE		APPLICAZIONI
Manovra frequente	Manovra non frequente	
AC-20 A	AC-20 B	Chiusura ed interruzione a vuoto
AC-21 A	AC-21 B	Manovra di carichi resistivi con sovraccarichi di modesta entità
AC-22 A	AC-22 B	Manovra di carichi misti, resistivi e induttivi, con sovraccarichi di modesta entità
AC-23 A	AC-23 B	Manovra di motori o altri carichi induttivi, sovraccarichi di modesta entità

Cavi

La scelta fra i circuiti di energia dovrà essere fatta tra i seguenti tipi di cavi (conduttori in rame):

1. H07V-K cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante la fiamma)
2. N07V-K cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante l'incendio)
3. FROR 450/750 V cavo multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l'incendio)

Posa all'interno e all'esterno, anche interrato:

1. FG7OR 0,6/1 kV cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC (non propagante l'incendio)
2. FG7R 0,6/1 kV cavo unipolare, isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC (non propagante l'incendio)
3. N1VV-K cavo unipolare o multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l'incendio)

La scelta dei cavi per i circuiti di comando e segnalazione dovrà essere fatta, oltre che fra quelli su indicati, idonei per i circuiti d'energia tra i seguenti tipi di cavi (conduttori in rame)

1. H05V-K cavo unipolare in PVC
2. H05RN-F cavo multipolare flessibile isolato in gomma con guaina in policloroprene
3. FROR 300/500 V cavo multipolare isolato in PVC e con guaina in PVC

Si dovrà utilizzare il colore giallo-verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. In assenza del conduttore di neutro, l'anima di colore blu chiaro dei cavi multipolari potrà essere utilizzata come conduttore di fase. Per gli eventuali circuiti SELV (bassissima tensione di sicurezza) dovranno essere utilizzati colori diversi da quelli utilizzati per gli altri circuiti. Per quanto concerne la portata  $I_z$  del cavo si dovrà far riferimento alla Norma francese NF C 15-100 o norma equivalente. Un adeguato dispositivo posizionato a monte del cavo farà in modo che in fase di cortocircuito l'energia dallo stesso lasciata passare risulti inferiore alla tenuta del cavo. La massima caduta di tensione ammessa dovrà comunque essere inferiore al 4% per i circuiti luce e al 5% per i motori per i quali in fase di avviamento sarà concessa una caduta comunque inferiore al 10%. Il conduttore di neutro dovrà avere la stessa sezione dei conduttori di fase nei circuiti monofase qualunque sia la sezione dei conduttori e nei circuiti trifasi quando la sezione è inferiore a  $16 \text{ mm}^2$ . Nei circuiti trifasi con conduttori di fase di sezione superiore a  $16 \text{ mm}^2$  il conduttore di neutro potrà avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase purché i carichi siano sostanzialmente equilibrati con un minimo di  $16 \text{ mm}^2$ . In presenza di armoniche il conduttore di neutro dovrà avere la sezione pari a quella di fase a prescindere dal fatto che i carichi siano o meno equilibrati.

### Tubi protettivi canali e passerelle

Nel caso di posa a vista dovranno essere usati esclusivamente tubi di tipo pesante. Quando risulti necessario proteggere le condutture da urti violenti si utilizzeranno tubi metallici. Il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. Nel caso di posa in canale la sezione occupata dai cavi d'energia all'interno del canale non dovrà superare il 50% della sezione utile del canale stesso. Tale prescrizione non si applica ai cavi di segnalazione e comando. Il canale dovrà avere almeno grado di protezione IP2X. Nelle caso di posa in passerelle si useranno solo cavi con guaina. Nei canali potranno essere usati indifferentemente cavi con o senza guaina. Cavi dello stesso circuito saranno posati sullo stesso tubo, canale o passerella. I canali utilizzati per circuiti a tensione diversa saranno dotati di setti separatori. Tale prescrizione non vale per i circuiti di segnale e comando i quali avranno sempre e comunque canali o tubi dedicati.

### Cassette e connessioni

Non saranno accettate cassette con coperchi ancorati con graffette. Le connessioni (giunzioni o derivazioni) andranno eseguite con appositi morsetti senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte. Le connessioni sono vietate nei tubi ammesse nei canali e nelle passerelle purchè le parti in tensione risultino inaccessibili (grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni uniranno cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore.

### Trasformatori di corrente e di tensione

Le caratteristiche e le prestazioni dei TA e dei TV saranno definite dal Fornitore del quadro in relazione al corretto funzionamento dei dispositivi di protezione comando e misura ad essi connessi entro le tolleranze specificate dal costruttore dei dispositivi stessi. I TA e TV avranno una tensione massima di riferimento per l'isolamento (B.1.3) uguale alla tensione nominale del quadro e saranno del tipo incastolato con isolamento in aria o resina. I trasformatori di corrente saranno adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative alla corrente di cortocircuito del quadro. I trasformatori di tensione avranno tensione nominale primaria uguale a quella di funzionamento ( $U_0$ ) del quadro o uguale a  $U_0/\sqrt{3}$  nel caso debbano essere inseriti tra fase e neutro.

### Apparecchiature ausiliarie

La tipologia delle apparecchiature ausiliarie sarà definita in relazione alle esigenze funzionali del quadro. Sarà competenza del Fornitore definire quantitativamente le apparecchiature anche se non esplicitamente indicate nella documentazione di progetto, in relazione allo sviluppo specifico del quadro. Le apparecchiature ausiliarie avranno una tensione nominale d'isolamento (B.1.3) uguale a quella del sistema elettrico in cui sono inserite. Le apparecchiature direttamente derivate dal sistema elettrico di potenza avranno una tensione nominale di isolamento uguale a quella del quadro. Tutte le apparecchiature saranno conformi alla norma CEI 17-12 e adatte per servizio continuo e con categorie d'impiego AC11 o DC11. Le correnti nominali d'impiego ( $I_e$ ) saranno almeno di 1 A a 120 V c.c. o 5 A a 220 V c.a. e comunque adatte alle caratteristiche d'impiego. Per i relè, le correnti nominali d'impiego ( $I_e$ ) si intendono riferite ad un servizio a carico di 120 cicli ora. Se non diversamente indicato la classe di durata meccanica sarà 1 (in milioni di cicli di manovra a vuoto).

I pulsanti saranno posizionati e colorati in relazione alla loro funzione. Salvo diversamente indicato, di volta in volta o nelle norme di riferimento, saranno utilizzati i seguenti colori in conformità con la pubblicazione IEC 73:

- rosso: arresto normale o arresto di emergenza, in questo secondo caso con bottone a fungo
- verde : marcia e chiusura

I colori grigio e nero potranno essere usati per altri scopi.

Tutte le lampade di segnalazione di un quadro saranno di un unico tipo e caratteristiche. Salvo diversamente indicato di volta in volta o nelle norme di riferimento, saranno usati i seguenti colori in conformità con la pubblicazione IEC 73:

- lampada bianca : interruttore o contattore chiuso (in posizione di servizio)
- lampada rossa : interruttore o contattore aperto per intervento protezioni e bloccato
- lampada verde : interruttore o contattore aperto pronto per la chiusura
- lampada gialla : circuito messo a terra
- lampada blu : altre funzioni

La lampada rossa sarà azionata dai relè di protezione o dai relè di blocco che, quando ripristinati, faranno spegnere la lampada rossa e accendere quella verde. Le lampade saranno ad incandescenza, di potenza minima 3 W e con in serie una resistenza di caduta. Altre soluzioni possono essere adottate solo con la preventiva approvazione caso per caso. I relè ausiliari saranno adatti per essere permanentemente eccitati senza resistenza di risparmio. Avranno custodie con grado di protezione IP5X.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

I relè di blocco (86) saranno per servizio continuo a riarmo manuale.

La posizione di blocco sarà chiaramente indicata ; il relè sarà di costruzione robusta ed affidabile data la sua grande importanza.

Gli strumenti di misura classici saranno del tipo ad incasso, avranno dimensione 72x72, attacchi posteriori, grado di protezione IP5X, saranno di tipo elettromagnetico per corrente alternata a magnete permanente e bobina mobile per corrente continua, ferrodinamici per i registratori, ad induzione per i contatori. Gli amperometri di lettura degli assorbimenti dei motori avranno il fondo scala ristretto che eccederà la corrente nominale dei relativi T.A.

Avranno la possibilità di applicazione di sigilli e saranno provvisti di azzeramento dall'esterno. In via del tutto generale amperometri e volmetri avranno una deviazione al valore nominale di circa il 75 % del valore di fondo scala.

I misuratori statici multifunzione saranno adeguati per sistemi equilibrati e non, tramite display sarà possibile:

- visualizzare le seguenti misure: potenza attiva, potenza reattiva, potenza apparente, tensione di fase, tensione concatenata, corrente assorbita (sulle fasi e sul neutro), frequenza, fattore di potenza
- conteggiare e memorizzare: l'energia totale, l'energia parziale, la potenza media
- segnalare e memorizzare anomalie sorvegliando il superamento di soglie di: minima e massima tensione, massima corrente, massima potenza, minimo fattore di potenza
- comunicare localmente e a distanza i dati elaborati con uscita: analogico, digitale

I relè di protezione indiretti saranno definiti di volta in volta sia come tipo sia come caratteristiche. Essi saranno equipaggiati con un indicatore di tipo ottico riarmabile esternamente al relè.

Saranno montati in modo tale da non causare interventi di tipo intempestivo durante l'esercizio per vibrazioni causate dall'apertura o chiusura di interruttori, contatori, porte, influenza di campi elettrici, calore ecc...

L'alimentazione ausiliaria avverrà tramite un trasformatore monofase di sicurezza a basse perdite. Sarà dimensionato per un fattore di contemporaneità pari a 1 con secondario a 24 V. La protezione di tale trasformatore sarà garantita al primario da fusibile di taglia opportuna. Tali trasformatori dovranno avere primario e secondario galvanicamente isolati. Nessun punto del secondario sarà messo a terra (sistema SELV) a meno che la connessione a terra non venga richiesta dai circuiti alimentati ad es. circuiti di comando (sistema PELV). Nessuna massa qualunque sia il sistema di alimentazione (SELV o PELV) deve essere collegata a terra. Nel caso di sistema PELV dovranno essere presi adeguati provvedimenti contro le parti attive solo nel caso il luogo d'installazione del quadro elettrico non possa ritenersi asciutto. Ogni alimentazione ausiliarie di quadro avrà in ingresso un interruttore di manovra sezionatore. Sarà previsto un sistema che segnali localmente e con possibilità di trasmissione a distanza l'interruzione e/o mancanza delle alimentazioni. Questo sistema sarà come indicato nella documentazione di progetto. I trasformatori di alimentazione di più circuiti saranno dimensionati in modo che con il contattore o interruttore a più elevato assorbimento in chiusura e con tutti gli altri contattori o interruttori chiusi e le relative lampade di segnalazione accese la tensione nominale disponibile sul secondario non sia inferiore al 95% della tensione nominale. Nei casi particolari in cui sia prevista la richiusura contemporanea di più circuiti saranno considerati in chiusura tutti i contattori interruttori del gruppo di circuiti più gravoso. I trasformatori monofasi saranno previsti per l'allacciamento primario tra fase e fase.

I conduttori dei circuiti ausiliari saranno in rame di tipo flessibile isolati in PVC autoestingente secondo le norme del comitato CEI 20 ed avranno una tensione nominale non inferiore a 450/750 V. I conduttori dei circuiti secondari dei trasformatori di corrente avranno una sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> tutti gli altri avranno una sezione minima di 1,5 mm<sup>2</sup>.

Gli equipaggiamenti montati sulle porte saranno collegati con conduttori di tipo flessibilissimo. I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori. Quando i collegamenti devono essere rimossi per motivi di spedizione saranno collegati a morsettiere di tipo terminali; non saranno utilizzate spine supplementari per realizzare i collegamenti interpannelli.

I collegamenti non protetti in canalette saranno raggruppati e supportati ove necessario. Nei punti di attraversamento di pareti metalliche i conduttori saranno protetti con boccole o guaine isolanti. Le terminazioni dei conduttori saranno realizzate con capicorda a compressione ed identificate in modo univoco.

Gli anelli di identificazione saranno sistemati in modo tale da essere letti agevolmente. Non più di due conduttori faranno capo ad uno stesso morsetto ad eccezione dei conduttori in uscita che saranno collegati singolarmente.

I morsetti aventi la stessa funzione saranno tra loro vicini e connessi con piastrine o metodo analogo evitando quanto più possibile l'uso di ponticelli a filo.

Il metodo per l'individuazione dei conduttori di cablaggio sarà scelto tra uno dei due seguenti:

- individuazione dipendente da entrambi i morsetti:
- sistema di individuazione nel quale ogni estremità del conduttore è contrassegnata utilizzando contemporaneamente sia il simbolo del morsetto cui esso è connesso sia quello del morsetto cui è connessa l'altra estremità

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- individuazione indipendente: sistema di individuazione nel quale ogni conduttore è contrassegnato in modo univoco utilizzando un simbolo di individuazione indipendente da quello dei morsetti cui è connesso; tale simbolo cambierà ogniqualvolta il conduttore sarà connesso a morsetti di apparecchiature mentre rimarrà invariato quando il conduttore sarà connesso a morsetti di morsettiere interne. Le estremità di conduttori connessi a morsettiere predisposte per realizzare collegamenti esterni allo scomparto o alla cella saranno completate con l'aggiunta nella sola estremità connessa al morsetto in uscita del simbolo di individuazione del morsetto stesso e della morsettieria.

#### Morsetti di connessione e morsettiere

I morsetti di connessione sia principali che ausiliari saranno adatti per il tipo ed il materiale dei conduttori previsti. I morsetti non facenti parte delle singole apparecchiature, saranno di tipo ad elementi componibili montati su profilati standard e raggruppati in morsettiere identificate con un codice riportato su una apposita targhetta. La composizione delle morsettiere per le connessioni esterne sarà studiata in relazione alla funzione dei collegamenti ed in modo da realizzare connessioni il più possibile adiacenti dei conduttori di uno stesso cavo. L'isolante dei morsetti sarà in melamina od altra plastica ad alta densità. La massa di stampaggio non conterrà sostanze organiche. Le morsettiere saranno ubicate in modo da garantire un sufficiente spazio per l'esecuzione delle terminazioni dei cavi e del loro fissaggio, un facile accesso alle terminazioni ed una agevole lettura dei collari di identificazione. Saranno previsti morsetti di riserva nelle morsettiere per le connessioni esterne, nelle quantità di almeno il 10%. I morsetti dei circuiti amperometrici tra i TA ed i dispositivi di protezione e controllo e tutti i morsetti amperometrici delle morsettiere per le connessioni esterne, saranno di tipo cortocircuitabile, sezionabile e con presa a spina per i puntali di strumenti portatili. I secondari dei TA non utilizzati e le eventuali prese di rapporto addizionali saranno connessi alla morsettieria di uscita. I morsetti amperometrici non utilizzati saranno chiusi in corto circuito. I morsetti dei circuiti voltmetrici tra i TV ed i dispositivi di protezione e controllo e tutti i morsetti delle morsettiere per le connessioni esterne, saranno di tipo sezionabile. Tutti i morsetti relativi ai circuiti di comando e segnalazione saranno singolarmente numerati con numeri progressivi; i morsetti di potenza, quelli per le voltmetriche e le amperometriche saranno contrassegnati come previsto nelle norme di riferimento. Nei quadri di tipo chiuso (B.2.4), le morsettiere sia di potenza sia ausiliarie saranno posizionate in relazione con l'ingresso previsto per le connessioni esterne. Nei quadri a celle (B.2.8), le morsettiere sia di potenza sia ausiliarie potranno essere poste nei singoli scomparti, eventuali morsettiere poste nei vani di salita dei cavi saranno ammesse solo nel rispetto delle prescrizioni della presente norma.

#### Targhe

Oltre alle targhe di tipo antinfortunistico definite dal Fornitore, saranno previste le seguenti targhe in lastra di materiale plastico fissate con viti in acciaio inox e con le scritte incise:

1. una targa con il nome del Fornitore, il marchio e il tipo di quadro (i dati previsti nelle Norme di riferimento, saranno indicati dal Fornitore nella documentazione tecnica e, a sua discrezione, potranno essere tutti o in parte riportati in targa);
2. una targa con incisa la sigla del quadro, ubicata sul fronte in alto sulla mezzeria nei piccoli quadri da addossare o fissare a parete;
3. due targhe di dimensioni circa 60x300 mm con incisa la sigla del quadro ubicate sulla mezzeria in alto delle due fiancate in tutti gli altri casi;
4. targa di dimensioni circa 40x200 mm con incisa la sigla del circuito o dell'utenza alimentata (una per circuito) sul fronte di ciascun scomparto, frazione di scomparto, cella o cassetta;
5. targa di dimensioni circa 40x200 mm applicata sul fronte dell'interruttore di potenza quando di tipo estraibile;
6. targa di dimensioni non inferiori a 10x30 mm in prossimità o su ciascuna apparecchiatura principale ed ausiliaria sia interna sia in vista compresi i fusibili o, in alcuni casi, gruppo di apparecchiature con incisa la sigla dell'apparecchiatura stessa.

#### Accessori, attrezzi e materiali di scorta per il periodo di messa in opera

Per ogni quadro, saranno forniti almeno i seguenti accessori:

1. tutti gli accessori per l'assieme meccanico ed elettrico in loco quali bulloni, rondelle, cavi e sbarre di collegamento interpannello, ecc.;
2. golfari di sollevamento o dispositivi analoghi quali ad esempio travi ecc.;
3. profilati di appoggio ed accessori per il fissaggio del quadro;
4. resistenze anticondensa controllate da termostato anche se non esplicitamente richiesto nella documentazione di progetto, in relazione con le condizioni di servizio e con la struttura del quadro. Le resistenze anticondensa saranno protette contro i contatti accidentali e la loro ubicazione sarà studiata per assicurare la loro funzione specifica;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

5. altri accessori come indicato nella documentazione di progetto.

Sarà fornita una serie di chiavi ed attrezzi speciali. Tali chiavi ed attrezzi saranno in quantità e tipo tali da consentire la completa installazione e manutenzione dei quadri, delle singole apparecchiature e degli ausiliari..

n = numero di componenti dello stesso tipo installati nel quadro (es. lampade, coppette, morsetti, relè, ecc.).

DESCRIZIONE DEL COMPONENTE	QUANTITÀ'
a) fusibile, dei diversi tipi e correnti nominali in proporzione alle quantità installate	$\sqrt{n}$
b) lampade di segnalazione	0,10.n.
c) portalampade di segnalazione competenti di resistenza di caduta e coppetta	0,05.n. con un minimo di 2
d) coppette colorate per lampade di segnalazione, dei diversi colori in proporzione alle quantità installate	0,10.n
e) morsetti di connessione conduttori, dei diversi tipi e sezioni in proporzione alle quantità installate	0,05.n
f) relè ausiliari del tipo e costruttore come quelli installati e con 4C+4A contatti	2 per quadro
g) pulsanti di comando, dei due tipi più usati nel quadro	2 per quadro
h) manipolatori di predisposizione dei due tipi più usati nel quadro	2 per quadro
i) vernice a finire	1/4 kg per quadro
l) lubrificante per contatti, limitatamente per i quadri contenenti interruttori e contattori di potenza kg per quadro	1/4 kg per quadro

Il Fornitore potrà suggerire altri materiali da prevedere, in base alla sua esperienza ed ai tipi utilizzati. La fornitura di cui alla tabella precedente non viene remunerata con specifica voce di elenco prezzi, ma si intende compresa nelle voci di fornitura dei quadri elettrici.

#### Dispositivi di protezione contro le sovratensioni

L'alimentazione dei quadri elettrici è fatta attraverso linea B.T. in cavo o aerea di proprietà dell'ente distributore, questo dipendendo dalla configurazione della rete elettrica nella zona dell'impianto in questione. Nel caso di alimentazione in cavo data la struttura della rete il fenomeno di fulminazione diretta del cavo di alimentazione o delle linee di segnale è da ritenersi evento eccezionale. Pertanto per la linea di potenza in arrivo si installerà un dispositivo limitatore di tensione atto a prevenire i danni derivanti dal fenomeno di fulminazione indiretta. Tale dispositivo avrà potere di scarica di 5 kA riferito ad un'onda 4/20 ms, tensione d'innescò inferiore alla minima tensione di tenuta degli isolamenti da proteggere (linee di segnale escluse) e tensione residua superiore alla tensione massima di picco del sistema su cui è inserito. Il fenomeno della fulminazione diretta non è invece sottovalutabile quando si parla di linea aerea. In questo caso si dovrà installare in arrivo un limitatore di tensione con potere di scarica adeguato a prescindere dal fatto che sulla linea siano già stati installati limitatori di tensione dell'ente distributore. La tensione infatti che sollecita gli isolamenti delle apparecchiature durante la fase d'intervento del limitatore dell'ente distributore è in genere ancora troppo alta. Per la scelta delle caratteristiche del componente occorrerà confrontare l'energia specifica tollerata dal limitatore con quella del fulmine relativo al livello di protezione desiderato espresso dalla Categoria d'impianto scelta, tenendo presente che nel peggiore dei casi il limitatore sarà attraversato da una corrente pari al 60% della corrente di fulmine. Anche in questo caso la tensione d'innescò dovrebbe risultare inferiore alla minima tensione di tenuta degli isolamenti da proteggere (linee di segnale escluse) e la tensione residua superiore alla tensione massima di picco del sistema su cui il limitatore è inserito. In entrambe i casi il dispositivo contro la sovratensione sarà collegato a valle del dispositivo differenziale (protezione contro i contatti indiretti anche nel caso di malfunzionamento del limitatore di tensione) Il dispositivo differenziale a monte del limitatore di tensione dovrà essere insensibile alle correnti impulsive. I cavi di collegamento al limitatore di tensione dovranno essere il più corti possibile al fine di diminuire la tensione sollecitante l'isolamento (la caduta di tensione induttiva sui cavi di collegamento a limitatore innescato sommata alla tensione residua del dispositivo può compromettere infatti la protezione offerta dal limitatore stesso).

Le linee di segnale, poichè sono circuiti di categoria zero, appartengono ad apparecchiature spesso delicate e presentano tenute piuttosto modeste inferiori alle apparecchiature di potenza. Esse dovranno essere protette singolarmente con limitatori di tensione a tensione di innescò costante e tensione residua modesta. Il potere di scarica degli stessi potrà

PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

essere pure modesto data l'ampiezza e il contenuto energetico associati alla fulminazione indiretta che presumibilmente può attendersi.

Dispositivo per le sovratensioni dovranno essere installati sia linea SIP che sul collegamento con l'antenna del ponte radio nel caso questi collegamenti fossero effettuati.

Condensatori. (impianto di rifasamento)

Sarà costituito da un complesso automatico di rifasamento (centralina) con regolazione automatica installata nel quadro elettrico. I cavi di collegamento ai condensatori saranno dimensionati per una corrente pari a  $1,43 I_c$  (corrente nominale dei condensatori per il rifasamento). Analoga considerazione valga per l'interruttore a protezione e comando del banco di condensatori. I motori con potenza superiore a 5 kW saranno rifasati singolarmente (rifasamento distribuito). Il rifasamento sarà realizzato collegando il condensatore direttamente ai morsetti del motore oppure immediatamente a monte dell'avviatore mediante un contattore azionato dall'avviatore stesso quando il motore è in funzione. Il cos $\phi$  minimo delle macchine equipaggiate come indicato non dovrà essere inferiore a 0,95.

I condensatori dovranno essere dotati di resistenza di scarica.

Dispensori, conduttori di protezione, di terra, equipotenziali, l'impianto di terra

Il modo di collegamento a terra degli impianti elettrici in questione è il sistema TT (impianto di terra delle masse separato da quello del neutro del distributore di energia). La resistenza di terra dell'impianto dovrà soddisfare la relazione:  $R_{ax} I_{Dn} \leq 50 V$  con  $R_a$  somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e del dispersore di terra in Ohm e  $I_{Dn}$  valore più elevato della corrente differenziale nominale d'intervento in A degli interruttori differenziali installati.

L'impianto di terra sarà costituito da:

- dispersori (intenzionali, di fatto)
- nodo (o collettore) principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori di terra
- conduttori equipotenziali

Le dimensioni minime per i dispersori intenzionali, allo scopo di garantire la necessaria resistenza alla corrosione e alle sollecitazioni meccaniche, saranno scelte in conformità alle indicazioni della norma CEI 64-815 (art. 542.2.3 e 119.1.4). I dispersori di fatto disponibili, quali i ferri delle fondazioni in cemento armato (plinti, platee, travi continue ecc...), faranno parte del complesso dei dispersori.

La sezione del conduttore di protezione in relazione alla sezione dei conduttori di fase è indicata nella Tabella seguente:

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE S (mm <sup>2</sup> )	SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE Sp (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Il conduttore di terra, conduttore collegante il nodo di terra al sistema disperdente e i dispersori fra loro (svolge in questo caso anche le funzioni di dispersore), sarà in rame con sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>. I conduttori equipotenziali che collegano il nodo di terra alle masse estranee avranno una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> ed un massimo di 25 mm<sup>2</sup>.

Fornitura di unità periferica a microprocessore per operazioni di tele misura, telesegnalazione di allarme e telecomando via radio, avente funzioni di controllore locale per impianto di sollevamento di fognatura/acquedotto, e composta da:

- o Scheda CPU comprendente:
  - Microprocessore CMOS a basso consumo;
  - Orologio in tempo reale alimentabile da batteria tampone al litio;
  - Memoria EPROM di almeno 128 KB;
  - Memoria RAM statica di almeno 128 KB;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- Memoria EEPROM di almeno 16 Kb;
  - Logica Watch-Dog esterna al microprocessore escludibile;
  - Jumper di selezione della frequenza di CLOCK da 18 Mhz a 32 KHz;
  - Jumper di selezione della modalità RUN-PROGRAM;
  - Porta seriale RS 232 con segnali TXD, RXD, RTS, CTS, DTR, DSR, avente livelli logici TTL (0 – 5 Volt) per collegamento a modem TTL a basso consumo, da utilizzarsi in applicazioni con alimentazione fotovoltaica o telealimentazione;
  - Porta seriale RS 232C per collegamento a terminale di Programmazione/visualizzazione o a bus di campo;
- o Scheda I/O comprendente:
- Dispositivo di alimentazione per la generazione delle tensioni interne necessarie al funzionamento dell'unità: +5 Volt per le parti logiche; +/- 12 Volt c.c. stabilizzati ed dotati di isolamento galvanico con tensione di isolamento non inferiore a 1500 Volt, per l'alimentazione dei dispositivi di isolamento degli ingressi digitali;
  - Fusibile di protezione dell'alimentazione principale situato in posizione frontale al fine di garantire una sua facile sostituzione;
  - Led di segnalazione della presenza dell'alimentazione isolata, di colore verde;
  - Batteria al litio in grado di assicurare la permanenza in memoria RAM dei dati e delle configurazioni per almeno 10 anni in assenza di alimentazione, escludibile con Jumper;
  - Pulsante di reset che agisce mediante connessione hardware su tutte le componenti hardware programmabili incluse nella scheda e nella CPU (reset hardware);
  - Convertitore analogico-digitale multicanale del tipo CMOS a basso consumo, con risoluzione minima di 12 bit, funzione di autocalibrazione e power save, riferimento interno di precisione compensato, collegamento seriale sincrono al microprocessore, velocità di conversione non inferiore a 50 microsecondi per canale;
  - Stadio di isolamento ottico degli ingressi digitali composto da optoisolatori aventi tensione di isolamento minima di 1500 Volt, resistenze di limitazione della corrente in ingresso;
  - Circuiteria di protezione degli ingressi analogici composta, per ogni canale, da variatori per le sovratensioni in ingresso, resistenze di limitazione della corrente, filtro LC per lo smorzamento dei transienti veloci, circuito a diodi per la protezione del convertitore;
  - Morsettiera per gli ingressi analogici, dotata di morsetti in grado di serrare puntalini o conduttori di almeno 2.5 mmq, con due morsetti per ogni ingresso analogico (segnale e massa comune) e almeno due morsetti per l'alimentazione di dispositivi esterni di misura, con corrente minima ammessa di 80 mA a 12 Volt;
  - Jumper di selezione hardware del tipo di ingresso, con selezione 0/4 – 20 mA (con resistenza di caduta incorporata) o 0 – 2.5/5 Volt (impedenza minima 50 kOhm);
  - Morsettiera per gli ingressi digitali dotata di morsetti in grado di serrare puntalini o conduttori di almeno 2.5 mmq, con connessione di massa e di segnale per ogni ingresso digitale. La morsettiera deve essere alimentata in modo da consentire il collegamento di segnali provenienti da contatti puliti e quindi privi di tensione;
  - Led di segnalazione dello stato di ogni ingresso digitale, situato in prossimità del relativo morsetto;
  - Uscite digitali con relè ad alto isolamento avente un contatto di scambio (Comune, NA, NC) con portata minima di 250 Volt 8 A non induttivi, diodo di protezione e led di segnalazione dello stato del relè situato in prossimità di ciascun relè;
  - Morsettiera per le uscite digitali dotata di morsetti in grado di serrare puntalini o conduttori di almeno 2.5 mmq, con connessione di Comune, contatto NA, contatto NC per ogni relè. La morsettiera dei relè deve essere adeguatamente separata dalle altre morsettiere di ingresso;
  - Connettore di espansione hardware per il collegamento di basetta di espansione per ingressi analogici, ingressi digitali, uscite relè;
  - Connettore di espansione per il bus del microprocessore, provvisto di tutti i segnali hardware (Bus indirizzi, bus dati, segnali di controllo, linea di reset, almeno 2 indirizzi decodificati, alimentazione +5 Volt.);
  - Connettore per porta seriale RS 232 C per il collegamento a terminale;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- Circuiteria di conversione dei livelli di tensione della porta seriale RS232, da TTL a standard, escludibile, per il collegamento di modem tradizionali;
  - Connettore per porta seriale RS 232 per il collegamento a modem o altro dispositivo di comunicazione;
  - n. 2 dip-switch per l'impostazione dei parametri base di comunicazione ed indirizzamento, ciascuno dei quali ad almeno 8 microinterruttori;
  - Connettore a pettine per l'inserimento della scheda CPU;
  - Dotazioni minime di I/O:
    - 4 analog Input
    - 8 digital input
    - 4 digital output.
- Scheda di espansione degli ingressi uscite, autoalimentata attraverso il cavo di collegamento e dotata di ulteriori:
- 4 analog Input
  - 8 digital input
  - 4 digital output
- aventi le stesse caratteristiche di collegamento, isolamento, protezione, risoluzione e morsetteria, della scheda principale. Tale scheda deve essere sovrapponibile o affiancabile alla scheda principale in modo tale da formare un insieme compatto con la stessa. Essa deve essere inoltre collegata mediante cavo Flat dotato di appositi connettori a perforazione di isolante.
- Scheda interfaccia di comunicazione per modulo radio, linea telefonica dedicata o commutata, cavo ritorto a 1 o due coppie. Avente protocollo di comunicazione BELL 202 a , half duplex, a 1200 Baud, led di segnalazione dello stato della linea, per i segnali PWR, TX,RX,CTS,RTS,CD,OH. Alimentazione 12 Volt esterna o 5 Volt TTL da connettore della porta seriale RS 232. Regolazione dei livelli di uscita per la linea dedicata o commutata, regolazione del livello di modulazione dell'apparato radio. Regolazione dell'attenuazione del segnale in ingresso da linea dedicata o commutata. Connettore a 4 fili per apparato radio. Morsetto a 4 fili per linea telefonica dedicata 2 fili o 4 fili, connettori RJ 11 per ingresso e uscita della linea telefonica dedicata o commutata. Connettore ausiliario della porta porta seriale per collegamento di apparato diagnostico (data scope o altro).
- Scheda alimentatore – carica batterie di tipo LINEARE, dotata di trasformatore toroidale ad alto rendimento con tensione di ingresso 220 Volt, variatore e fusibile di protezione, stadio raddrizzatore e stabilizzatore principale, dispositivo di controllo della tensione e della corrente di carica della batteria con microprocessore in grado di effettuare le seguenti operazioni:
- Accensione automatica dell'unità solo in presenza della tensione di alimentazione;
  - Accensione manuale dell'unità mediante pulsante;
  - Limitazione della carica della batteria ad 800 mA costanti, regolabile;
  - Limitazione della tensione massima erogabile a 14 Volt, regolabile;
  - Spegnimento dell'unità e disconnessione completa della batteria mediante disattivazione di relè 12 Volt 5 A qualora venga superata la soglia minima di tensione per almeno 15 secondi consecutivi;
  - Azionamento di relè per la segnalazione di allarme sulla tensione di alimentazione, con scambio comune-na-nc, sia per assenza della tensione di alimentazione che per guasto al circuito di raddrizzamento e stabilizzazione;
  - Morsetteria di connessione per scheda madre, interfaccia di comunicazione ed apparato radio o modem, con morsetti a borsa scheda in grado di serrare puntalini o conduttori di almeno 2.5 mmq;
  - Diodo di separazione dell'alimentazione dei circuiti elettronici;
  - Dissipatore di adeguate dimensioni;
  - Cavi di collegamento per batteria, dotati di capicorda o fast-on, cavi di collegamento ad interruttore per il sezionamento sia della batteria che della tensione di alimentazione, con una sola manovra;
  - Fusibile di protezione della batteria.



**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

<0.5 W per applicazioni fotovoltaiche

- Temperatura di utilizzo: da -25 a +70 °C
- Grado di protezione IP65 (IP68 a richiesta)
- Dimensioni: IP65: mm. 420 x 620 x 230  
IP68: mm 240 x 390 x 160

#### Misuratori di livello

L'apparecchiatura sarà costituita da un sensore di misura (IP68) e da un convertitore a microprocessore che permetta:

- la programmazione e la costante visualizzazione delle soglie di intervento di ogni singola elettropompa;
- la visualizzazione del livello dei reflui presenti in vasca di pompaggio;
- la segnalazione del livello prefissato d'allarme;
- l'indicazione del corretto funzionamento dell'apparecchiatura;
- l'avvio sequenziale di ogni gruppo motore (questo consentirà inoltre la rotazione sui comandi di accensione per ottenere un'usura omogenea dei motori);
- uscita analogica 0/20 mA, 4/20 mA

La strumentazione a quadro del sistema dovrà trovare alloggio nello stesso armadio stradale contenente il resto delle apparecchiature di comando ovvero in cassetta autonoma quando lo spazio non sia sufficiente.

Inoltre dovranno essere previsti elettrolivelli di riserva per l'automazione, approvati dalla DD.LL., che saranno utilizzati come misura di livello di emergenza da utilizzare in caso di avaria della misura di livello ad ultrasuoni. La commutazione tra i due sistemi di funzionamento delle elettropompe avverrà tramite selettore posizionato nel fronte quadro.

Il misuratore di livello ad ultrasuoni sarà composto da:

a) sonda ad ultrasuoni per misura di livello, grado di protezione IP68, specifica per liquidi con campo di misura minimo da 0 a 9 m completa di sensore di temperatura incorporato e predisposta per il collegamento con un convertitore a microprocessore;

b) convertitore a microprocessore monocanale specifico per misure di livello collegato alla sonda di cui al punto a) completo di display in unità ingegneristiche con soglie per allarme e possibilità di impostare i parametri in campo, ed inoltre:

- grado di protezione IP65;
- segnale in uscita analogico 0/4 ÷ 20 mA;
- relè di uscita indirizzabili a programma;
- separazione galvanica totale tra alimentazione, ingresso, uscita analogica e 5 uscite a relè;
- certificazione di qualità ISO 9001 e marchio CE;
- alimentazione 24 V AC da derivare dal quadro delle utenze asservite.

Gli elettrolivelli saranno del tipo Flygt ENM 10 o equivalente privi di mercurio. Il peso necessario a mantenere a fondo l'elettrolivello dovrà essere inserito all'interno del corpo dello stesso. Tutto il sistema sarà privo di giunture realizzate con adesivi. Grado di protezione IP68. Il cavo dell'elettrolivello dovrà essere in grado (certificato dalla ditta produttrice) di sostenere l'elettrolivello stesso.

#### Misuratori di portata

L'apparecchiatura sarà costituita da un sensore di misura (IP68) installato nella tubazione di mandata in pressione e da un convertitore a microprocessore del tipo Endress+Hauser Promag 50W che permetta:

- la programmazione e la visualizzazione dei valori misurati;
- la segnalazione del livello prefissato d'allarme (uscite a relè);
- l'indicazione del corretto funzionamento dell'apparecchiatura;
- uscita analogica 0/20 mA, 4/20 mA

La strumentazione a quadro del sistema dovrà trovare alloggio nello stesso armadio stradale contenente il resto delle apparecchiature di comando ovvero in cassetta autonoma quando lo spazio non sia sufficiente.

Il misuratore di portata magnetico sarà composto da:

a) tubo magnetico per misura di portata, grado di protezione IP68, specifica per liquidi con campo di misura velocità da minimo 0,1 m/s a massimo 10 m/s e predisposto per il collegamento con un convertitore a microprocessore;

b) convertitore a microprocessore specifico per misure di portata collegato al tubo magnetico di cui al punto a) completo di display in unità ingegneristiche con soglie per allarme e possibilità di impostare i parametri in campo, ed inoltre:

- grado di protezione IP65;
- segnale in uscita analogico 0/4 ÷ 20 mA;
- relè di uscita indirizzabili a programma;
- separazione galvanica totale tra alimentazione, ingresso, uscita analogica e 5 uscite a relè;
- certificazione di qualità ISO 9001 e marchio CE;
- alimentazione 230V AC da derivare dal quadro delle utenze asservite.

L'installazione del misuratore di portata dovrà essere effettuata tramite flangie in acciaio inox e giunto di smontaggio del tipo nova siria (giunto adattabile multizise serie pesante flangiata modello N40x-dn...-10-dn...)

#### Registratore di valori istantanei

Sarà composto da :

- n° 3 ingressi analogici separati galvanicamente tra di loro 0/20 mA , 4/20 mA;
- uscite a relè per superamento della soglia preimpostata;
- stampante termica con intensità di stampa e velocità di avanzamento carta termosensibile programmabile.

La programmazione avverrà mediante tastiera.

#### Accessori idraulici

La disposizione delle connessioni idrauliche dovrà rispondere, salvo migliorie, allo schema fornito da questo Ente e dovrà permettere tutte le manovre che detto schema rende possibili.

I collegamenti fra pompe e collettori saranno a diffusore e così pure i cambiamenti di diametro tra i nodi e gli innesti; le saldature internamente ed esternamente non dovranno presentare sbavature e bordi in risalto e dovranno essere trattate con appositi prodotti tipo RC inox d/gel i equivalente per asportare l'ossido formatosi (tipo RC inox D/GEL o equivalente). Tutte le tubazioni (spessore minimo pari a 3,0 mm), i collegamenti, le flange di accoppiamento, i bulloni di fissaggio di queste ultime e quanto altro di metallico presente nell'impianto (sia nella cameretta di pompaggio, sia nell'eventuale pozzetto per manovra) dovrà essere in acciaio inox AISI 316L. I diametri saranno rispondenti a quanto previsto negli elaborati grafici allegati. Saracinesche e valvole di ritegno saranno idonee a resistere ad eventuali sovrappressioni e dovranno evitare facili occlusioni od intoppi di flusso d'acqua. La ditta dovrà prevedere l'installazione di giunti di dilatazione per ridurre il più possibile eventuali colpi d'ariete.

## ART. N. 71 FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

### 71.1 Funzionamento e caratteristiche

Al fine di realizzare quanto previsto nel presente appalto, vengono di seguito elencate le funzioni e le caratteristiche degli impianti di sollevamento precisando che i riferimenti tra le parentesi quadre sono relativi agli schemi esecutivi degli impianti elettrici, i quali indipendentemente dal numero di pompe utilizzate, sono stati realizzati in modo da destinare gli ingressi e le uscite al TLC sempre allo stesso numero di macchina ( es. sensore livello: sempre ingressi 112 e 113; marcia pompa 2: sempre ingresso 04 ecc.ecc.). In ogni caso la fornitura delle opere dovrà essere consegnata perfettamente funzionante e interfacciata con il programma di supervisione del TLC.

Il funzionamento delle pompe è di tipo alternato.

In caso di mancanza ENEL o fermo dovuto ad avaria, dopo il ripristino della normale situazione il PLC dovrà far partire le pompe lasciando un tempo tra una partenza e l'altra di 30 secondi.

Per tutti i casi di avaria previsti nello schema dovrà essere inviato un segnale al telecontrollo centrale come specificato al successivo paragrafo dedicato al "protocollo di comunicazione".

Sono inoltre previsti i seguenti allarmi che dovranno essere inviati al sistema di supervisione:

- mancanza ENEL;
- massimo livello;
- misura portata;
- contatto pompe in manutenzione;
- apertura interruttori di potenza;

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Oltre a quanto sopra è previsto il comando da remoto delle pompe come specificato al successivo punto, solo quando i selettori SE1, SE2, ecc. ecc. siano in posizione PLC.

Inoltre il TLC dovrà memorizzare e trasmettere in concomitanza con lo scarico periodico dei dati, le ore di funzionamento giornaliero di ogni pompa e la quantità di reflui misurati dal misuratore di portata.

In caso di malfunzionamento del sensore ad ultrasuoni o del TLC il funzionamento dell'impianto di sollevamento avverrà attraverso le due elettrosonde di livello e il posizionamento dei selettori su [LIV].

Con selettori in posizione [MAN] sarà invece possibile effettuare le prove di rotazione diretta e inversa delle elettropompe.

#### 71.2 Il software

Vedi specifiche fornitore TLC

##### Periferica

Le funzionalità del lato periferica dovranno essere le seguenti:

1. Memorizzare al suo interno le informazioni (digitali e analogiche) provenienti dal campo.  
Un modulo personalizzato per ogni Periferica, conterrà una tabella per mezzo della quale potranno essere scelti i registri, le misure, i flag utilizzati dal programma di automazione e che dovranno venire trasferiti nel buffer di memorizzazione  
A tale scopo una lista completa dei registri dovrà essere fornita come documentazione dal committente del software di automazione insieme al programma sorgente.
2. I dati verranno memorizzati a campionamento fisso e ad evento.  
Ogni campionamento nonché ogni variazione significativa (a discrezione del committente) verrà memorizzata nella forma: Data, Ora, N° periferica, Valore.
3. Possibilità di settare dal centro il range di variazione entro cui il valore può oscillare senza produrre l'evento.  
Tutto questo allo scopo di ridurre per quanto possibile la quantità di dati da memorizzare e quindi da inviare se le variazioni non sono significative.
4. Rispondere alle chiamate del Master inviando il proprio identificativo.
5. Scaricare verso il Master i dati memorizzati.
6. In caso di allarme chiamare il proprio Master e se non risponde ricercare il collegamento con gli altri Master.
7. Le condizioni determinanti gli allarmi devono essere settate dal centro.
8. .
9. Rispondere a comandi provenienti dal Master in modo tale da poter settare i valori di qualsiasi registro utilizzato dal programma di automazione per accendere spegnere regolare qualsiasi dispositivo collegato sul campo, sincronizzare l'orologio interno e modificare qualsiasi settaggio.
10. Possibilità di andare "punto-punto" per leggere in tempo reale lo stato delle analogiche e dei digitali ed inviarle direttamente al Master.
11. Memorizzare le modifiche dei settaggi fatte sul campo ed inviarle al Master al collegamento successivo.  
(Una tabella personalizzata per ogni Slave ricavata dalla documentazione del programma di automazione conterrà l'intera mappa dei setpoint in maniera tale da poter confrontare gli ultimi dati in memoria con quelli attuali ed inviare al centro la data, l'ora, il numero periferica e il nuovo valore impostato dall'operatore).
- 12.
13. Per mezzo di opportuni comandi dovrà impartire ordini ad un'altra periferica in caso di superamento di una determinata soglia o per il cambiamento di stato di un determinato segnale.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

14. I COB (Cyclic Organisation Block) i registri e le aree di memoria che il programma di automazione non deve utilizzare saranno chiaramente documentati; in questo modo sarà sufficiente un link con il programma di comunicazione per completare la periferica

Master

Vedi specifiche tecniche fornitore TLC

#### ART. N. 72 LAVORI ACCESSORI

La ditta invitata dovrà farsi carico di tutte quelle opere necessarie per il completamento dell'impianto di sollevamento.

Provvederà pertanto:

- alla pulizia e all'espurgo, qualora necessario, del manufatto in cui andranno installate le apparecchiature previste nella presente richiesta con apposite apparecchiature (canal-jet od altro);
- alla chiusura delle bocche sversanti nel pozzetto con adatti dispositivi di intercettazione del flusso a perfetta tenuta idraulica;
- ad assicurare il servizio tramite la posa in opera di by-pass provvisorio completo delle canalizzazioni e degli organi di sollevamento del refluo dal pozzetto di ispezione immediatamente precedente il sollevamento a quello immediatamente a valle;
- alla posa di uno o più armadi stradali su apposito basamento in calcestruzzo, anche questo a carico della Ditta, in relazione alle forniture previste, destinati al contenimento delle apparecchiature di comando della stazione di sollevamento, del contattore E.N.E.L., della strumentazione a quadro del misuratore di portata dei misuratori di livello e del sistema di rifasamento il in calcestruzzo non dovrà avere altezza inferiore a 50 cm rispetto al piano stradale;
- ad eseguire tutte le condotte passacavi con tubazioni in polietilene doppia parete corrugato esterno e liscio interno (od altro materiale qualora indicato nell'allegato elaborato grafico) del diametro minimo di mm 110 complete di pozzetto in calcestruzzo prefabbricato ispezionabile in conformità all'allegato elaborato grafico;
- all'esecuzione di fori passanti, qualora necessari, nella stazione di sollevamento per l'esecuzione dei collegamenti elettrici;
- all'installazione di camerette in calcestruzzo prefabbricato dotate di sigilli ispezionabile per la messa a dimora dei dispersori dell'impianto di terra;
- alla sigillatura, con appositi materiali, delle condotte passacavi per eliminare il passaggio di vapori od odori di fognatura dall'impianto al quadro di comando;
- al ripristino di tutte le zone oggetto di intervento ricostituendo, a perfetta regola d'arte, sia il sottofondo che le superfici manomesse;
- alla realizzazione di tutte le opere di completamento per la posa o l'ancoraggio di collettori presenti nell'impianto di sollevamento;
- alla verifica che tutte le apparecchiature siano conformi, indipendentemente dalle specifiche di appalto, alle norme vigenti al momento dell'installazione in materia di antinfortunistica.

#### ART. N. 73 VERIFICHE E COLLAUDI

Le verifiche e i collaudi dovranno essere eseguiti applicando la normativa vigente in materia di quadri elettrici (CEI 23-49, 23-51 e 17-13).

Se la corrente nominale in entrata al quadro è inferiore a 125 A verrà applicata la norma CEI 23-51; l'Appaltatore dovrà fornire:

- 1) la dichiarazione di conformità alla regola d'arte;
- 2) dichiarazione che gli involucri utilizzati per assicurare i quadri sono conformi alla norma CEI 23-49;
- 3) relazione tecnica riportante i calcoli di dimensionamento dei quadri.

Se la corrente nominale in entrata al quadro è superiore a 125 A verrà applicata la norma CEI 17/13-1; l'appaltatore dovrà fornire:

- 1) copia dei certificati delle prove di tipo del prototipo a cui il quadro ANS (prodotti costruiti non in serie)
- 2) relazioni di calcolo secondo le norme CEI 17-43 e CEI 17-52.

Si dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

#### Identificazione del quadro

Il quadro deve essere provvisto di una targa (posta anche dietro allo sportello) recante il nome o marchio del costruttore, il tipo o altro mezzo per l'identificazione del quadro, la tensione di funzionamento, il grado di protezione se superiore a IP2XC, la corrente nominale del quadro Inq definita come il valore minimo tra la corrente del dispositivo generale e la somma delle correnti nominali dei circuiti in uscita.

#### Limiti di sovratemperatura

Occorre verificare che gli apparecchi installati nell'involucro, tenuto conto, del fattore di contemporaneità sviluppino una potenza totale inferiore alla massima dissipabile dall'involucro stesso ( tale verifica si esplica in una relazione di calcolo).

#### Resistenza d'isolamento

Occorre verificare l'isolamento tra i circuiti e massa.

#### Grado di protezione

Il grado di protezione IP dichiarato dal costruttore dell'involucro, non deve essere compromesso dall'installatore durante il montaggio dei componenti.

#### Efficienza del circuito di protezione

Per i quadri con involucro metallico si deve effettuare un controllo a vista della effettiva connessione delle masse al circuito di protezione. Se sussistono dubbi occorre misurare la resistenza tra il terminale d'entrata del conduttore e di protezione e la corrispondente massa che deve risultare trascurabile

#### Cablaggio, funzionamento meccanico ed elettrico

Si deve verificare il funzionamento di eventuali dispositivi di blocco, la sistemazione dei cavi, il corretto montaggio di apparecchi ed accessori, la rispondenza del quadro agli schemi e dati tecnici. Nel caso di quadro complesso si eseguirà una prova di funzionamento elettrico.

#### Contatti diretti

Deve essere fatto un ulteriore esame a vista per verificare l'idoneità delle misure di protezione contro i contatti diretti. Qualora il quadro, per peculiari caratteristiche elettriche o particolari condizioni ambientali, non possa essere fatto rientrare nella categoria dei quadri per uso domestico o similare, dovrà fare riferimento integralmente alla norma CEI 17-13/1. In conseguenza di questo fatto l'apparecchiatura completa sarà verificata e provata prima di lasciare le officine del costruttore in presenza di tecnici del Committente o di suoi delegati in conformità alle modalità stabilite. Il costruttore dovrà procurare gli apparecchi ed il personale per l'esecuzione delle "prove di accettazione" che saranno conformi a quelle indicate nella norma CEI 17-13/1. I certificati di conformità delle prove di tipo dell'apparecchio e/o dei suoi componenti dovranno essere a disposizione durante le prove di accettazione. La presenza al collaudo di ispettori del Committente tende ad accertare che siano soddisfatte le norme indicate nella specifiche, disegni, e quant'altro richiamato nell'ordine d'acquisto. Tale presenza non solleva il Fornitore dalle proprie responsabilità. I controlli e le prove di collaudo (B.3.10 - B.3.11 - B.3.12) saranno almeno quelli indicati nella Tabella di pagina seguente. I controlli e le prove saranno eseguiti con le modalità indicate nelle norme di riferimento. Per le prove non previste nelle norme e non indicate nella Tabella di pagina seguente le modalità sono descritte nelle note della stessa tabella. Per eventuali controlli e prove non previsti nelle norme e nella presente specifica le modalità saranno definite caso per caso.

Le prove di tipo delle apparecchiature e dei componenti installati nei quadri non sono richieste se esse sono conformi alle norme di riferimento ed i componenti installati secondo le istruzioni del loro costruttore. Il Fornitore del quadro agli effetti delle prove di tipo delle apparecchiature e dei componenti verificherà l'avvenuta effettuazione.

Per le prove di accettazione delle apparecchiature e dei componenti vale quanto detto sopra per le prove di tipo, fermo restando il fatto che essi saranno sottoposti alle verifiche e prove elencate nella seguente Tabella se tali quadri dovranno rispettare le norme CEI 17/13:

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

POS.	DESCRIZIONE DEI CONTROLLI E DELLE PROVE	Collaudo di tipo	Collaudo accettaz.
1	Misura dei limiti di sovratemperatura (prove di riscaldamento)	X	
2	Misura delle proprietà dielettriche (prove di tensione ad impulso ed a frequenza industriale)	X	
3	Prove climatiche (eventuali)	X <sup>(1)</sup>	
4	Prove della tenuta ai cortocircuiti (corrente di breve durata sui circuiti principali e di terra)	X <sup>(2)</sup>	
5	Controllo delle distanze di isolamento e delle linee di dispersione	X	
6	Prove e controlli per accertare il grado di protezione	X	
7	Prove di ciclo di verniciatura (su campioni)	X	
8	Prove di resistenza agli urti	X <sup>(3)</sup>	
9	Controllo delle protezioni contro i contatti diretti ed indiretti (verifica della continuità del circuito di protezione)		X
10	Controllo di rispondenza al prototipo e alle prescrizioni del Committente		X <sup>(4)</sup>
11	Controllo generale del quadro:		X <sup>(5)</sup>
	11.1 Controllo dimensionale		
	11.2 Controllo carpenteria, sbarre e connessioni primarie e dei cablaggi		
	11.3 Controllo dei dati nominali degli apparecchi e della strumentazione		
	11.4 Controllo della corretta installazione dei componenti, dell'operabilità degli apparecchi di manovra e protezione dell'efficienza dei blocchi dei meccanismi ecc.		
	11.5 Controllo dell'intercambiabilità delle parti estraibili		
	11.6 Controllo visivo del grado di protezione		
	11.7 Controllo dell'eventuale tropicalizzazione		
	11.8 Controllo delle targhe		
	11.9 Verifica del funzionamento meccanico		
	Prova di tensione applicata (rigidità dielettrica) a frequenza industriale		
12	Controllo del funzionamento elettrico con messa in tensione		X
13	13.1 Controllo delle sequenze di funzionamento		
	13.2 Controllo dei sistemi automatici di commutazione		X <sup>(6)</sup>
	13.3 Controllo delle polarità dei T.A.		
	13.4 Controllo delle sequenze d'intervento dei dispositivi di protezione e di allarme		
	Controllo delle protezioni anticorrosive (verniciatura, ecc...) anche in relazione alle prove di cui alla POSIZIONE 7		
14			X

Note alla tabella:

<sup>(1)</sup> Le prove devono essere eseguite solo quando le condizioni climatiche di progetto sono più gravose di quelle previste nelle norme di riferimento (es. prove di resistenza alle intemperie)

<sup>(2)</sup> Le prove possono essere omesse nei casi previsti nelle norme di riferimento

<sup>(3)</sup> La resistenza agli urti delle cassette in materia plastica sarà stabilita con la prova di tipo seguente. Sarà utilizzata una massa di 1 kg che cade da una altezza di 0,70 m. La prova sarà effettuata a una temperatura superiore di 10 °C alla temperatura di regime con un minimo di 50 °C e, eventualmente su un altro campione, alla temperatura di -25 °C (± 5°C). Ad ogni cassetta non saranno inferti più di due colpi. Dopo la prova la cassetta dovrà risultare integra e dovrà superare la prova del grado di protezione (IP) prevista.

<sup>(4)</sup> La rispondenza di un quadro ad un prototipo può essere documentata tramite similitudine di progetto del quadro nel suo insieme o nelle sue singole parti, purché approvato dal Committente

<sup>(5)</sup> Il controllo dimensionale è limitato alle dimensioni principali ed a quelle relative all'installazione, nonché alla posizione e dimensioni dei passaggi per i cavi ed i collegamenti dei condotti sbarre.

<sup>(6)</sup> Prova eseguita a tensione ridotta rispetto a quella della prova di tipo alla POSIZIONE 2 in conformità con le norme di riferimento (es. per IEC è pari all'85% della tensione applicata per la prova di tipo)

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Al fine di collaudare le pompe dell'impianto verranno eseguite per esse i seguenti collaudi:

1) collaudo d'inizio servizio:

- prova d'accensione e spegnimento delle varie elettropompe con comandi manuali fino al numero massimo di 15 avviamenti per ora;
- prova d'intervento dei circuiti di comando, ed avviamento delle elettropompe mediante riempimento con acqua della camera pompe;
- verifica della portata, prevalenza ed assorbimenti elettrici per la determinazione dei rendimenti effettivi dei gruppi elettropompa;
- ogni altra prova od accertamento che la Direzione Lavori ritenga necessaria al fine di determinare l'effettiva rispondenza dell'impianto alle condizioni previste.

2) collaudo in servizio:

- saranno ripetute le prove già effettuate in sede di collaudo d'inizio servizio per accertare che nei primi mesi di operatività l'impianto non abbia subito degrado.
- qualora l'esito dei collaudi non risultasse favorevole la Ditta dovrà, a sua cura e spese, provvedere alle sostituzioni, riparazioni, aggiunte o quant'altro necessario per dare le opere funzionanti e collaudabili.
- gli apparecchi, i mezzi d'opera ed il personale, per entrambi i collaudi saranno forniti a cura e spese dell'Impresa.

Tali operazioni di posa saranno oggetto di appositi verbali.

#### **ART. N. 74 ATTIVITÀ DEL COMMITTENTE, ATTIVITÀ' E RESPONSABILITÀ' DEL FORNITORE**

Il Committente si riserva il diritto di inviare i propri ispettori presso il Fornitore e presso i Subfornitori in qualsiasi momento della costruzione, allo scopo di verificare l'osservanza delle norme e delle prescrizioni contenute nell'ordine o nella documentazione allegata.

L'ispettore del Committente eseguirà tutte le verifiche, tutti i controlli ed assisterà a tutte le prove indicate "presenziate" nel foglio dati di collaudo (F.D.C.). Il Committente, inoltre potrà richiedere le verifiche, i controlli e le prove che riterrà necessarie per accertare la rispondenza dei quadri ai disegni, alle specifiche, alle norme ed a quanto altro indicato in ordine.

I collaudi non presenziati e le singole prove non presenziate verranno eseguite dal Fornitore. Esso invierà la relativa documentazione al Committente che ne verificherà la conformità alle specifiche, ai disegni, alle norme ed a quanto altro indicato nell'ordine.

Il Fornitore dovrà disporre per l'ispettore del Committente il libero accesso, in qualsiasi momento durante l'orario normale di lavoro, alle officine che sono interessate alla fornitura o costruzione dei quadri siano esse del Fornitore, che di Subfornitori. Il Fornitore dovrà fornire l'assistenza necessaria all'ispettore per l'esecuzione delle ispezioni.

Durante le eventuali visite d'ispezione presso Subfornitori, l'ispettore del Committente dovrà essere sempre accompagnato da un rappresentante del Fornitore.

Il fornitore dovrà tenere informato il Committente dello stato di avanzamento del lavoro e dovrà notificarlo in anticipo secondo le prescrizioni definite nell'ordine la data di effettuazione del collaudo presenziato o della singola prova che deve essere presenziata dall'ispettore del Committente.

Se non diversamente indicato in ordine, il Fornitore provvederà, a propria cura e spesa, alla esecuzione di tutti i collaudi, presenziati e non, sia di tipo, sia di accettazione, sia speciali. Generalmente, tutti i controlli e le prove di collaudo, ad eccezione delle prove di tipo, per le esecuzioni di sicurezza, saranno eseguite nell'officina di costruzione prima della spedizione. Pertanto il Fornitore e i Subfornitori dovranno disporre della adeguata attrezzatura ed organizzazione. Nei casi particolari in cui una o più prove non potessero essere eseguite nell'officina di costruzione, il fatto dovrà essere segnalato nell'offerta ed il piano per queste prove sarà definito caso per caso.

Per i collaudi presenziati Il fornitore dovrà fornire l'assistenza necessaria all'ispettore per l'esecuzione delle sue attività.

L'ispezione e i collaudi dei materiali di Subfornitori saranno di competenza e responsabilità del Fornitore. Il Committente si riserva il diritto di effettuare ispezioni presso i Subfornitori e di presenziare a quei collaudi o a quelle specifiche prove indicate presenziate nel foglio dati di collaudo (F.D.C) e concordati nel corso delle ispezioni.

Qualora uno o più quadri non superassero con esito positivo i collaudi, sarà riesaminato l'insieme dei controlli e delle prove e il Committente potrà richiedere la ripetizione di una o di tutte le prove, comprese quelle di tipo.

Il Fornitore dovrà mettere a disposizione dell'ispettore il Committente in occasione delle ispezioni e dei collaudi:

- certificati e le relazioni, relativi a controlli e prove eseguite in precedenza quali ad esempio i collaudi di tipo

*PROGETTO DEFINITIVO*  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- la documentazione tecnica per il riconoscimento di un prototipo, comprendente i disegni, costruttivi, dimensionali, ed eventualmente dei documenti fotografici
- la documentazione di natura riservata o i brevetti al solo fine di consultazione in loco.

In mancanza di tali certificati e documentazione l'ispettore non potrà procedere all'accettazione finale dei quadri

#### ART. N. 75 CARATTERISTICHE DA DICHIARARE

All'atto della consegna in cantiere e prima del montaggio, l'appaltatore è tenuto a dichiarare per iscritto le caratteristiche di seguito specificate, la cui conformità sarà verificata dal Direttore dei Lavori, che autorizzerà il montaggio solo dopo aver confermato tale conformità:

- . potenza nominale;
- . tensione nominale;
- . corrente nominale;
- .  $\cos \varphi$ ;
- . assorbimento allo spunto;
- . rendimento a pieno carico;
- . forma costruttiva;
- . grado di protezione;
- . velocità di rotazione;
- . tipo di raffreddamento;
- . peso.

#### ART. N. 76 TUBI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO

Si riportano nel seguito le specifiche tecniche generali per le tubazioni in acciaio normale per il convogliamento dei reflui civili.

Tutti gli ancoraggi delle tubazioni, gli innesti, gli inghisaggi e i particolari costruttivi dovranno essere concordati con la Direzione dei Lavori; le staffe di supporto dovranno essere in acciaio zincato a caldo; l'appoggio della tubazione sulla staffa di supporto dovrà avvenire previa interposizione di apposito film plastico dello spessore minimo di 5 mm.

##### 76.1 Tubazioni in acciaio normale, materiali e spessori

Le prescrizioni riportate nel presente articolo riguardano in linea generale i tubi destinati al trasporto di acqua, gas, liquami, torbida aerata, fanghi e scarichi in genere.

I tubi da utilizzare saranno generalmente in acciaio e saranno rispondenti alle norme U.N.I. 7091.72 per tubazioni realizzate con saldature.

##### Materiali

- Fe 35 - per tubi fino a DN 500 senza saldatura;
- Fe 35 - per tubi fino a DN 200 con saldatura;
- Fe 42 - per tubi da DN 550 e oltre con saldatura;

##### Spessori - Tolleranze

Gli spessori dei tubi, salvo verifiche di resistenza dei materiali da sottoporre preventivamente alla Direzione Lavori insieme alle ipotesi di carico, saranno quelli riportati nella seguente tabella. Gli spessori devono essere compresi entro i seguenti limiti di tolleranza:

- + : non richiesto;
- : 12,5%.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

Diametro nominale mm	Spessore mm	Diametro nominale	Spessore mm	Diametro nominale	Spessore mm
2'000	12,7	800	6,3	300	5,9
1'800	12,7	700	6,3	250	5,6
1'500	10,3	600	6,3	200	5,0
1'200	8,8	500	6,3	150	4,0
1'000	8,0	400	6,3	100	3,6
900	7,1	350	6,3	80	3,2

Diametro in mm	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800
Serie spes. mm	2,9	3,2	4,0	5,0	5,6	5,9	6,3	6,3	6,3	7,1	8,0
Media massa kg/m	6,2	8,8	16,3	6,4	36,8	46,2	62,4	78,2	94,1	123	159

I diametri esterni dei tubi saranno compresi entro i seguenti limiti di tolleranza: +/-1,5%.

Superficie

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego. Sono ammessi tuttavia leggeri aumenti o diminuzioni di spessore e striature longitudinali purché lo spessore rimanga compreso entro i limiti prescritti.

Flange in acciaio

Le flange saranno in materiale Fe 360 UNI 7070 con dimensioni e forature di tipo normalizzato compatibili con le apparecchiature da installare o con prescrizioni dei disegni di progetto o della D.L.

Teste calibrate in acciaio

Le teste calibrate saranno in materiale Fe 360 UNI 7070 e potranno essere ricavate da piatto o da lamiera tagliati e calibrati, a lavorazione con macchina utensile eseguita esse dovranno avere dimensioni tali da consentire sia l'accoppiamento tra elementi di uguale materiale (es. acciaio-acciaio), sia tra quelli in materiale diverso (es.: acciaio-cemento amianto, acciaio-ghisa) con un normale giunto di tipo Gibault classe 10 e dovranno presentare superfici con rugosità minore di 4 mm.

Protezioni o rivestimenti

I tubi saranno posti in opera, a seconda delle caratteristiche di posa ed a seconda delle funzioni specifiche, completi di:

- verniciatura secondo quanto indicato ai successivi punti ;
- zincatura secondo quanto indicato in precedenza;
- rivestimento protettivo bituminoso secondo quanto indicato al successivo articolo.

**76.2 Rivestimenti protettivi di tubazioni interrato**

Preparazione della superficie da rivestire

La pulizia della superficie da rivestire dovrà comprendere:

- la eliminazione di macchie d'olio, di grasso, di polvere e di altra sostanza già distaccata;
- l'essiccamento della superficie;
- l'asportazione della eventuale ruggine, della calamina friabile e di una parte della calamina aderente.

Questa pulizia potrà essere ottenuta mediante una leggera sabbiatura (sabbiatura commerciale) oppure mediante una energica spazzolatura meccanica.

Applicazione dello strato di fondo (Primer)

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà alla superficie stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume-residuo della distillazione del petrolio grezzo limitatamente ossidato, aventi le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A. 80/100 C
- punto di rottura Fraas < 80 C
- penetrazione (25 C - 100 gr. 5s) < dmm

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- solubilità in CC 14 > 99 : 3%

L'applicazione dello strato di fondo potrà essere ottenuto:

- mediante l'immersione del tubo in una vasca contenente il bitume fuso ad una temperatura di 190/200 °C. L'immersione dovrà durare 10/30 minuti a seconda dello spessore della parete del tubo in modo che il tubo stesso raggiunga la temperatura del bagno. Qualora il tubo venga preriscaldato alla temperatura del bagno la durata dell'immersione potrà essere limitata a 1 o 2 minuti primi;

- mediante l'applicazione di vernice bituminosa. In questo caso la superficie dovrà essere preparata con particolare cura, la vernice dovrà essere priva di solvente e applicata con sistema "airless". Se la vernice contiene solventi per l'applicazione con pennello o è applicata a spruzzo si applicheranno più mani avendo cura di applicare la mano successiva quando la mano precedente è praticamente liberata dal solvente che contiene. Lo spessore medio dello strato di fondo dovrà essere tale che sia assicurata la completa copertura delle superfici metalliche e che in nessun punto della superficie stessa si abbia uno spessore di primer inferiore a 500 micron.

Applicazione dello strato protettivo

Lo strato protettivo sarà costituito da bitume ossidato ed opportunamente caricato avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A. 110/130 C;
- punto di rottura Fraas < 6 C;
- penetrazione (25 C-100 gr-5s) > 20 dmm
- carica 40/10%

I materiali da adoperarsi per la carica dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- natura : ardesia;
- umidità 2% in peso;
- perdita alla calcinazione 25%;
- residuo al vaglio di 10'000 maglie/cm<sup>2</sup> 5%.

Lo strato protettivo sarà ottenuto mediante il getto di miscela bituminosa fusa che investa il tubo animato di moto rotatorio oppure con l'applicazione della stessa miscela mediante spatole opportune.

E' indispensabile che lo strato protettivo venga applicato su strato di fondo già raffreddato o completamente essiccato a seconda del tipo di applicazione usato.

Lo spessore medio dello strato protettivo dovrà essere tale che in nessun punto della superficie si abbia uno spessore complessivo (spessore dello strato di fondo + spessore strato protettivo) inferiore a 6 mm.

Applicazione delle armature

Per salvaguardare lo strato protettivo da sollecitazioni meccaniche, urti, abrasioni, ecc., sarà necessario aumentarne la resistenza meccanica mediante l'applicazione di uno strato di idoneo materiale di armatura. Il materiale di armatura sarà un tessuto di fibra di vetro avente le seguenti caratteristiche:

- \* peso del tessuto 220 + 20 g/m<sup>2</sup>;
- \* resistenza alla trazione nel senso longitudinale-larghezza del provino 7 kg/5 cm;
- \* peso dell'appretto 10/25%;
- \* composizione dell'appretto: bitume > 50%  
resina < 50%  
colla ecc. < 50%
- \* numero di fili in ordito > 25/10 cm;
- \* numero di fili in trama > 20/10

Per appretto del tessuto di fibra di vetro sarà utilizzato bitume disciolto in solventi e non disperso in acqua (emulsione).

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Il tessuto di vetro verrà impiegato previa completa imbibizione con miscela bituminosa in modo da ottenere un'armatura compatta e continua con lo strato sottostante.

L'applicazione dell'armatura sarà eseguita avvolgendo sul tubo ad elica il nastro con sovrapposizione minima del 15%, previo il suo passaggio in vasca contenente la miscela fusa.

Non disponendo di un adeguato impianto si può avvolgere il nastro asciutto sullo strato protettivo ancora fuso aumentando contemporaneamente la imbibizione mediante l'applicazione di miscela fusa sulla fascia esterna del nastro.

L'avvolgimento deve essere eseguito in modo tale da garantire la continuità della copertura della superficie del nastro e la buona aderenza fra i diversi strati.

Applicazione di un secondo strato protettivo

Al di sopra del rivestimento ottenuto sarà applicato un secondo strato protettivo conforme a quello previsto al precedente punto, armato con sistema e materiali come previsti al punto precedente.

Applicazione dello strato di finitura

Allo scopo di migliorare le prestazioni del rivestimento rispetto all'azione dei raggi solari, per eliminare l'appiccicosità, ottenere la levigatura, ecc. si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce.

Riparazioni dei danni subiti dal rivestimento

Se il danno al rivestimento è limitato a qualche schiacciamento o fessurazione del secondo strato protettivo che non compromette l'integrità del primo strato protettivo, la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa conforme a quella prevista al punto precedente ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppe sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni, ravvivandolo con opportuno utensile e riscaldandolo fino a portarlo ad incipiente fusione.

Se il danno è tale da aver alterato l'integrità del primo strato protettivo portando allo scoprimiento del tubo, si dovrà asportare il rivestimento per tutta la circonferenza del tubo e per una lunghezza tale da raggiungere una sezione per la quale il rivestimento risulti integro. Il ricoprimento della zona così scoperta si effettuerà con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura di cui al successivo punto.

Spessori finali del rivestimento normale

spessore medio 9 mm

spessore minimo 7 mm

Isolamento delle tubazioni in corrispondenza di attraversamenti di muratura

In corrispondenza di attraversamenti di murature particolare attenzione dovrà essere posta nella revisione e nella ricostruzione del rivestimento isolante. Si prescrive, infatti, di aumentare l'isolamento della tubazione per tutta la lunghezza di attraversamento della muratura sovrapponendo al rivestimento esistente una doppia fasciatura con nastri autoadesivi di cloruro di polivinile.

Per attraversamenti a tenuta dovranno essere previsti degli anelli di acciaio, di opportuno diametro e spessore, saldati al tubo e annegati nel getto.

Isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio

Per ottenere l'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio o di ancoraggio in calcestruzzo si rende necessario ricoprire la lamiera interposta con materiale isolante.

### 76.3 Giunzioni

I tubi potranno essere collegati tra di loro o con altri elementi delle tubazioni mediante:

- saldatura di testa;
- giunzione filettata;
- giunzione e flange.

Saldatura di testa

Le estremità da saldare dovranno essere liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo completamente nudo.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

La sezione e lo spessore dei cordoni di saldatura dovranno essere uniformi e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante e senza porosità o altri difetti apparenti.

I cordoni di saldatura dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente con il metallo di base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva, dovrà essere bene pulita e liberata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. Gli elettrodi dovranno essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato dovrà risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Le saldature dovranno essere eseguite da saldatori muniti di patente rilasciata dal Registro Navale Italiano (R.I.N.A.) o di documento equivalente.

#### Rivestimenti dei giunti di saldatura

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino dei rivestimenti, qualsiasi essi siano. In particolare per le giunzioni di tubazioni provviste di rivestimento bituminoso si procederà alle seguenti operazioni:

- realizzare, sulle estremità del rivestimento esistente sui tubi contigui, un invito a becco di flauto per la lunghezza non inferiore a 20 cm sul tubo a monte ed a valle della saldatura;
- rinvivare il bitume delle zone così ottenute con opportuno utensile;
- pulire a fondo la superficie da rivestire;
- applicare uno strato di fondo (primer) nei modi e con i materiali previsti;
- applicare lo strato protettivo previsto mediante l'uso di una opportuna cassaforma;
- applicare l'armatura prevista nel precedente punto anche con l'uso di idonei collanti;
- applicare il successivo strato protettivo e la successiva armatura prevista nel precedente punto.

Il rivestimento così ottenuto deve sovrapporsi al rivestimento esistente per almeno 15 cm in modo da non dare luogo a soluzioni di continuità. La buona riuscita di questa operazione dovrà essere controllata a cura e spese dell'Appaltatore e alla presenza della Direzione Lavori con un rilevatore a scintilla (holiday detector) tarato per tensione di 20'000 Volt.

#### Giunzione filettata

Tutte le superfici di giunti filettati dovranno essere controllate prima dell'accoppiamento e si dovrà avere cura di rimuovere polvere, ossido e grasso eventualmente presente.

Tutti i giunti filettati, dove non è prevista la saldatura di tenuta, dovranno essere guarniti con teflon o altro idoneo materiale.

#### Giunzione a flange

L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non minore di 3 mm. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo.

Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte.

#### Flange

Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle U.N.IM 2223 - 67 P.N10. I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche U.N.I. 6092 - 67
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo U.N.I. 2277 - 67
- flange da saldare di testa U.N.I. 2281 - 67.

#### \* Materiale

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 U.N.I. 3986 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm<sup>2</sup>.

#### \* Superficie di tenuta

A gradino secondo U.N.I. 2229 - 67.

A faccia piana secondo U.N.I. 2277 - 67.

#### Smontaggi

I giunti a flange fisse saranno alternati, in modo opportuno, con giunti a flange mobili per rendere più agevoli i montaggi e per consentire gli smontaggi e ciò, in particolare, in prossimità di macchinari, saracinesche ed apparecchiature, per consentire l'esatto orientamento. Saranno inoltre predisposti tronchetti di smontaggio in presenza di discontinuità planimetriche o altimetriche e comunque fra tratti di lunghezza non superiore a 30 m, per tutte le tubazioni destinate al convogliamento di fluidi incrostanti o atti a formare depositi, secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni della Direzione Lavori.

#### ART. N. 77 CURVE, RACCORDI

I pezzi speciali a curva dovranno avere largo raggio, possibilmente pari almeno a due volte il diametro della tubazione.

I raccordi fra i diametri diversi, sulle mandate delle pompe, dovranno avere lunghezza di circa 5 volte la differenza dei diametri raccordati e, se posti in opera in orizzontale o con debole pendenza, dovranno essere realizzati in modo eccentrico.

Gli innesti di una tubazione su un'altra dovranno essere realizzati in modo che l'angolo minore formato tra gli assi delle due tubazioni sia inferiore a 45 °.

#### ART. N. 78 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX

##### Tubazioni di mandata dagli impianti di sollevamento

Le tubazioni di mandata delle pompe, nel caso di sversamento su condotte a gravità, dovranno in ogni caso essere di acciaio inox AISI 316L dal piede di accoppiamento alla bocca di sversamento.

Lo spessore delle tubazioni non potrà essere inferiore ai 3,0 mm.

Tutti i bulloni di accoppiamento tra le tubazioni e organi idraulici, saracinesche, valvole ecc., saranno in acciaio inox.

Le tubazioni dovranno essere del diametro minimo di 100 mm; nel caso che la mandata delle pompe sia di diametro diverso dalle tubazioni, sarà previsto un apposito organo di accoppiamento in riduzione.

Elementi strutturali o di completamento delle opere in acciaio inossidabile verranno usati nei casi previsti e in conformità delle indicazioni riportate sui disegni allegati al progetto.

In ogni caso gli acciai inossidabili impiegati dovranno essere conformi alle norme che seguono:

##### Normativa di riferimento

Norme	Titolo
UNI	
3097 (1975)	Prodotti finiti laminati o fucinati a caldo o trafilati di acciaio legato speciale per cuscinetti volventi - Qualità, prescrizioni e prove.
3159-68	Acciai legati speciali inossidabili per getti colati in sabbia resistenti al colore. Qualità, prescrizioni e prove.
3161 -68	Acciai legati speciali inossidabili per getti colati in sabbia resistenti alla corrosione. Qualità, prescrizioni e prove.
3992 (1975)	Prodotti finiti di acciaio legato speciale laminati a caldo - Tondi per valvole di motori a combustione interna.
6900-71	Acciai legati speciali inossidabili resistenti alla corrosione e al calore
6901 -71	Semilavorati e barre laminati o fucinati a caldo e vergella di acciaio speciale Inossidabile resistente alla corrosione e al calore.
6902-71	Lamiere laminate a caldo di acciaio legato speciale inossidabile resistente alla corrosione e al calore.
6903-71	Lamiere sottili e nastri di spessore inferiore a 3 mm laminati a freddo di acciaio legato speciale

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

- inossidabile resistente alla corrosione e al calore.
- 6904-71 Tubi senza saldatura di acciaio legato speciale inossidabile resistente alla corrosione e al calore.
- 7500 (1975) Prodotti finiti piatti di acciaio legato inossidabile austenitico laminati a caldo e a freddo - Lamie-  
re e nastri per caldaie recipienti a pressione.
- 7660 (1977) Prodotti finiti di acciaio fucinati per recipienti a pressione. Qualità, prescrizione e prove.

**Applicazioni**

- 6162-68 Trattamenti superficiali chimici ed elettrochimici - Rivestimento decorativo di cromo su acciaio  
inossidabile.
- 6915-71 Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici - Saldatori per tubazioni di spessore maggiore o  
uguale a 4 mm con elettrodi di acciaio inossidabile austenitico o lega di nichelio.
- 6916-71 Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici - Saldatori per lamiere di medio e grosso spesso-  
re con elettrodi di acciaio inossidabile austenitico o lega di nichelio.
- 6917-71 Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici - Saldatori TIG per tubazioni con materiale  
d'apporto di acciaio inossidabile austenitico o lega di nichelio.
- 7323-80 Bulloneria con caratteristiche particolari - Prescrizioni tecniche - Bulloneria di acciaio inossida-  
parte 8 bile resistente alla corrosione.
- 7711 (1977) Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici. Saldatori MIG per lamiere di spessore maggiore  
o uguale a 4 mm con fili di acciaio inossidabile austenitico al cromonichel, di nichel o lega di ni-  
chel.
- 8032 Classificazione e qualificazione dei saldatori elettrici - Saldatori MIG per tubazioni di spessore >  
(1979) 4 mm e di diametro > 120 mm con fili di acciaio inossidabile austenitico o di lega di nichel

**norme  
ASTM**

**Argomento**

- A 167 Lamiere spesse e sottili e nastri di acciai inossidabili e resistenti al calore al Cr-Ni.
- A 176 Lamiere spesse e sottili e nastri di acciai inossidabili e resistenti al calore al cr.
- A 177 Lamiere e nastri di acciai inossidabili e resistenti al calore al Cr-Ni di elevata resistenza.
- A 182 Flange fucinate o laminate per tubi di acciai legati, raccordi fucinati. valvole e parti per uso in  
alta temperatura..
- A 193 Acciai legati per bulloneria per uso in alta temperatura
- A 194 Acciai legati e al carbonio per dadi per bulloni da usarsi in temperature elevate e alte pressioni .
- A 213 Tubi senza saldatura di acciaio legato ferritico e austenitico per caldaie, surriscaldatori e scam-  
biatori di calore.
- A 240 Lamiere spesse e sottili e nastri di acciai inossidabili e resistenti al calore al cr e al Cr-Ni per re-  
cipienti a pressione, non riscaldati, saldati per fusione.
- A 249 Tubi saldati di acciaio austenitico per caldaie, surriscaldatori, scambiatori di calore e condensato-  
ri .
- A 263 Lamiere spesse e sottili e nastri placcati con acciai resistenti alla corrosione al cr.
- A 264 Lamiere spesse e sottili e nastri placcati con acciai inossidabili al Cr-Ni.
- A 268 Tubi senza saldatura e saldati di acciaio inossidabile ferritico per impiego generale..
- A 269 Tubi senza saldatura e saldati di acciaio inossidabile austenitico per impiego generale
- A 270 Tubi sanitari (per industria alimentare) senza saldatura e saldati di acciaio inossidabile al Cr-Ni
- A 271 Tubi senza saldatura di acciaio inossidabile austenitico al Cr-Ni per impieghi di raffinaria.
- A 276 Barre e profilati di acciai inossidabili e resistenti al calore.
- A 312 Tubi senza saldatura e saldati di acciaio inossidabile austenitico.
- A 313 Filo per molle di acciaio inossidabile al Cr-Ni.
- A 314 Billette e barre di acciai inossidabili e resistenti al calore per rifucinatura
- A 320 Acciai legati per bulloneria per uso a basse temperature.
- A 358 Tubi saldati elettricamente per fusione di acciaio legato austenitico al Cr-Ni per uso a elevata  
temperatura..
- A 368 Trefoli di filo di acciaio inossidabile
- A 376 Tubi senza saldatura di acciaio inossidabile austenitico per uso ad alta temperatura in centrali..
- A 403 Raccordi da saldare di acciaio austenitico
- A 409 Tubi saldati di grande diametro di acciaio legato austenitico al Cr-Ni per impiego in ambiente  
corrosivo o ad alta temperatura.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

A412	Lamiere spesse e sottili e nastri di acciai resistenti al calore al Cr-Ni-Mn.
A 429	Barre laminare a caldo o finite a freddo di acciai inossidabili e resistenti al calore al Cr-Ni-Mn.
A 430	Tubi fucinati e forati di acciaio austenitico per uso ad alta temperatura.
A 437	Acciaio legato del tipo per turbine con trattamento termico speciale per bulloneria per impiego ad alta temperatura.
A 450	Requisiti generali per tubi di acciaio al carbonio, acciaio inossidabile ferritico e acciaio inossidabile austenitico.
A 453	Materiali per bulloneria, per alta temperatura, con carico di snervamento da 35 a 84 kgf/mm <sup>2</sup> (S0, 120 KSI yield strength), con coefficienti di dilatazione termica paragonabili agli acciai austenitici.
A 473	Fucinati di acciai inossidabili e resistenti al calore
A 478	Filo per reti e tele di acciaio inossidabile al Cr-Ni.
A 479	Barre e profilati di acciai inossidabili e resistenti al calore per uso in caldaie e altri recipienti in pressione.
A 480	Prescrizioni di carattere generale per la consegna di laminati piatti di acciai inossidabili e resistenti al calore sotto forma di lamiere spesse, sottili e nastri.
A 484	Prescrizioni generali per prodotti di acciai inossidabili e resistenti al calore fucinati e laminati (con esclusione di fili)
A 492	Filo per funi di acciai inossidabili resistenti al calore.
A 493	Filo di acciaio inossidabile e resistente al calore per ricalcatura a freddo.
A 511	Tubi senza saldatura di acciaio inossidabile per applicazioni meccaniche.
A 554	Tubi saldati di acciaio inossidabile per applicazioni meccaniche
A 555	Requisiti generali per filo di acciaio inossidabile e resistente al calore.
A 565	Barre, fucinati e billette di acciaio inossidabile martensitico per impiego ad alte temperature.
A 580	Filo di acciai inossidabili e resistenti al calore.
A 581	Filo di acciai inossidabili e resistenti al calore a lavorabilità migliorata.
A 582	Barre laminare a caldo o finite a freddo di acciai inossidabili e resistenti al calore a lavorabilità migliorata.
A 632	Tubi senza saldatura e saldati di acciaio inossidabile (di piccolo diametro) per impieghi generali.
A 651	Tubi sanitari (water-DWV) di acciaio inossidabile.
A 666	Lamiere, nastri, piatti e barre piatte di acciaio inossidabile austenitico per applicazioni strutturali.
A 669	Tubi senza saldatura di acciaio inossidabile austeno-ferritico.

**Applicazioni**

**Tipo**

per tutte le applicazioni esterne in atmosfere normali, urbane o non, come: montanti, pannelli, facciate, rivestimenti esterni, serramenti ecc.	AISI 304 AISI 302 solo per accessori AISI 301
per le applicazioni esterne, in severe condizioni di esposizione, come in ambienti marini o industriali fortemente inquinati	I' AISI 316 (tipo legato al molibdeno)
per le applicazioni interne (stipiti, rivestimenti ecc.) e per le applicazioni esterne in atmosfere normali, qualora non interessi la conservazione dell'aspetto superficiale da un punto di vista estetico (tetti, converse, ecc.)	AISI 430 ferritico

**Spessori minimi**

Si riportano nel seguito gli spessori minimi da utilizzare:

**Spessore mm**

**Manufatti**

0,4-0,6	Coperture, gronde, Pluviali, converse, colmi, scossaline
0,8 1	Serramenti
0,8-1	Grandi elementi portanti per coperture
0,8-1	Pannelli parete e montanti nervati

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

1,2 -1,5      Rivestimenti di colonne, pannelli parete e montanti autoportanti  
1,5- 2        Rivestimenti di colonne, grandi pannelli e rivestimenti esterni a livello stradale

**Spessore mi-  
nimo mm**

**Tubazioni**

3,0      Tubazioni non-interrate ancorate a manufatti  
3,0      Tubazioni di mandata degli impianti di sollevamento acque reflue

Serramenti

I serramenti saranno costruiti impiegando essenzialmente profilati ricavati a freddo da nastri e lamiere sia per profilatura, sia per piegatura. I materiali usati, saranno l' AISI 304 e, in casi di corrosione molto severa, l' AISI 316. Saranno impiegati nastri di spessore pari a 0,8 . 1 m m.

I rivestimenti di pareti sia esterne che interne sono realizzati o con elementi imbutiti di lamiera, oppure con nastri profilati.

In ogni caso è buona norma ridurre al minimo le porzioni piane delle superfici. È facile infatti che si provochino lievi distorsioni, dovute a errori di montaggio o a dilatazione termica.

Si dovrà fare ricorso, in questi casi, a leggere curvature delle superfici.

Tabella di corrispondenza delle normative

<b>UNI (Italia)</b>	<b>AISI (USA) Ed. 1974</b>	<b>DIN 17006</b>
X 12 CrNi 17 07 (*)	301	X 12 CrNi 17 7
X 10 CrNi 18 09 (*)	302	
	302b	
X 10 CrNiS 18 09 (*)	303	X 12 CrNiS 18 8 (·)
X 10 CrNiS 18 09 (*)	303Se	
X 5 CrNi 1810(*)	304	X 5 CrNi 18 9 (·) X 5 CrNi 19 11 (·)
X 5 CrNi 1810(**)	304N	
X 8 CrNi 1910 (*)	304H	
X 2 CrNi 18 11 (*)	304L	X 2 CrNi 18 9 (·) X 2 CrNiN 18 10 (·)
X 2 CrNiN 18 11 (**)		
X 8 CrNi 18 12 (*)	305	
	308	
X 16 CrNi 23 14 (*)	309	X 15 CrNiSi 20 12 (·)
X 6 CrNi 23 14 (*)	309S	
X 22 CrNi 25 20 (*)	310	X 12 CrNi 25 21 (·)
X 6 CrNi 25 20 (*)	310S	
X 16 CrNiSi 25 20 (*)	314	X 15 CrNiSi 25 20 (·)
X 5 CrNiMo 17 12 (*)	316	X 5 CrNiMo 18 10 (·)
X 5 CrNiMo 17 13 (*)	316	X 5 CrNiMo 18 12 (·)
	316F	
X 8 CrNiMo 17 12 (*)	316H	
<b>UNI (Italia)</b>	<b>AISI (USA) Ed. 1974</b>	<b>DIN 17006</b>
X 8 CrNiMo 17 13 (*)	316H	
X 2 CrNiMo 17 12 (*)	316L	X 2 CrNiMo 18 10 (·) X 2 CrNiMoN 18 12 (·)
X 2 CrNiMoN 17 12 (**)		X 2 CrNiMo 18 12 (·)
X 2 CrNiMo 17 13 (*)	316L	X 2 CrNiMoN 18 13 (·)
X 2 CrNiMoN 17 13 (**)		
	316N	
X 6 CrNiMoTi 17 12 (*)		X 10 CrNiMoTi 18 10 (·)
X 6 CrNiMoTi 17 13 (*)		X 10 CrNiMoTi 18 12 (·)

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

X 6 CrNiNb 17 13 (*)		X 10 CrNiMoNb 18 10 ( )
X 6 CrNiMoNb 17 13 (*)		X 10 CrNiMoNb 18 12 (****)
X 5 CrNiMo 18 15 (**)	317	
X 2 CrNiMo 18 16 (*)	317L	X 2 CrNiMo 18 16 ( )
X 2 CrNiMo 18 15 (**)		

**Legenda:**

- (\*) UNI 6900-71 Novembre 1971
- (\*\*) UNI 7500 Dicembre 1975
- ( ) DIN 17440 Dicembre 1972
- (\*\*\*) VDEh Stahl-Eisen Werkstoffblatt 470-1952
- (\*\*\*\*) VDEh Stahl-Eisen Lieferbedingungen 675-69
- (\*\*\*\*\*) VDEh Stahl-Eisen Werkstoffblatt 400-73

**78.1 I processi di decapaggio per acciaio inox**

I sistemi di decapaggio possono essere di tipo meccanico oppure chimico.

In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie (calamina in generale) più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. Il trattamento è finalizzato ad evitare la formazione di fenomeni corrosivi localizzati, corrosioni «sotto schermo».

I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone, oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Quando la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici, più energici, e chimici).

Nel caso non si potesse eseguire il trattamento in bagno oppure si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle «paste decapanti» applicate a freddo sulle zone da decapare. La rimozione della pasta avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione, che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

**78.2 La passivazione**

Per scongiurare le conseguenze della contaminazione su lamiere, nastri e, più in generale, su tutti i manufatti realizzati in acciaio inox è necessario procedere alla passivazione.

Il trattamento «passivante» avrà lo scopo di:

- ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili (tipicamente ferro) o di depositi vari evitare corrosioni da «pitting» (vaiolatura) e da «crevice» (interstiziale).

Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere adottato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili (mole che abbiano agito sul ferro); oppure siano venuti a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio (stoccaggio di lamiere inox a contatto con lamiere di ferro, colaticci di strutture in ferro sull'inox, ecc.).

Tale trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto, utilizzando opportuni bagni, oppure localmente (ad esempio su una parte contaminata di un componente) per mezzo di apposite paste passivanti reperibili normalmente in commercio.

Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua, in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

**78.3 Le giunzioni**

La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm.

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità e senza altri difetti.

I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata (ne occorrono almeno due) prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita e liberata di scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

Per le norme di calcolo, l'esecuzione e le prove della saldatura si fa riferimento alle "Norme generali concernenti l'esecuzione e lo impiego della saldatura autogena", emanate dal Ministero delle Comunicazioni nel 1936 e successive modificazioni.

Le saldature di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati, e saranno eseguite: con bordi posti a leggera distanza per spessore dei tubi minori di 3,5 mm, oppure con bordi smussati con preparazione a V per spessori superiori ai 3,5 mm.

L'Impresa Appaltatrice si impegna in ogni caso a fornire al Committente tutti i dati relativi al tipo di elettrodi impiegati, numero di passate e prove effettuate sulle saldature, nonché ad effettuare controlli con ultrasuoni o radiografici se e quando richiesti.

Si intendono valide, inoltre, le norme sulle saldature descritte all'articolo "OPERE METALLICHE" del presente Capitolato.

Per tubi a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato. Le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni dovranno tutti essere rispondenti alle vigenti norme U.N.I. per pressioni prescritte.

Per altri tipi di giunzione, se autorizzati dalla DD.LL si seguiranno le prescrizioni dettate dal fabbricante.

Sono assolutamente vietate giunzioni saldate o che portino a contatto diretto acciai inossidabili con acciai di diversa natura.

Nel caso di tubazioni sostenute da zanche di ancoraggio alla muratura queste dovranno essere dello stesso acciaio inossidabile della tubazione o in alternativa si procederà all'isolamento della tubazione dalla zanca per mezzo di guarnizioni in gomma o in altro materiale, in ogni caso con l'approvazione della Direzione Lavori.

Nel caso di giunzioni a flangia di tubazioni esterne le teste delle tubazioni saranno collegate, per la messa a terra, con un ponticello elettrico.

## ART. N. 79 CARATTERISTICHE DEGLI ORGANI DI INTERCETTAZIONE

### Saracinesche

Per motivi di omogeneità ed intercambiabilità, le saracinesche dovranno essere dello stesso tipo, peso e provenienza di quelle utilizzate in Consorzio ed avere le seguenti caratteristiche comuni:

1. corpo in ghisa o in acciaio forgiato;
2. pressione nominale PN 16;
3. albero interno di manovra in ottone OT 58 UNI 2012 trafilato o in acciaio inossidabile;
4. tenute sull'albero con anelli O.R.;
5. flange forate PN 16;
6. complete di guarnizioni di tenuta, bulloni di montaggio in acciaio inox;
7. bulloneria esterna in acciaio inox;
8. verniciatura esterna con ciclo epossidico per saracinesche in pozzetto;
9. verniciatura esterna con ciclo epossidi-bituminoso per saracinesche interrate;
10. conformi norme UNI 7125/72 con particolare riguardo alle modalità di collaudo.

#### a) Saracinesche fino a DN 300

Dovranno essere del tipo a passaggio libero con cuneo in ghisa rivestito con gomma vulcanizzata, idonea al contatto con acque destinate ad uso potabile (v. irc. n° 102 del Ministero della Sanità), complete di volantino di manovra.

#### b) Saracinesche oltre DN 300

Dovranno essere del tipo con cuneo in ghisa e anelli di tenuta in bronzo tra cuneo e corpo della saracinesca, complete di volantino di manovra fino al DN 400 e riduttore per i diametri superiori.

### Valvola di ritegno a palla

Le valvole di ritegno a palla dovranno garantire un funzionamento perfetto in ogni condizione sia in verticale e orizzontale che in ogni altra posizione intermedia o rovesciata.

Dovranno avere :

- carcassa in ghisa
- coperchio di ispezione in ghisa
- flangiatura UNI PN 16

La progettazione della guida della sfera e del condotto assicureranno un passaggio completamente aperto e privo di strozzature o asperità che potrebbero fermare materiali solidi.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATO I: SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

---

In posizione aperta la palla si dovrà posizionare nella sua sede e restare in modo da non ostacolare minimamente il flusso.

La palla della valvola potrà essere richiesta :

1. in acciaio ricoperto da strato di gomma vulcanizzata;
2. in acciaio ricoperto da strato di Rilsan;
3. in acciaio ricoperto da strato di Halar e polveri epossidiche.

In esercizio le pressioni raggiungibili devono essere di 10 atm. con temperature di 85° C.

Motorizzate

Le saracinesche di mandata motorizzate dovranno essere approvate dalla D.L. prima dell'installazione.

**ART. N. 80 CAMPIONATURA DEI MATERIALI**

L'Appaltatore, se richiesto dalla D.L., dovrà produrre un'adeguata campionatura dei materiali, delle apparecchiature e degli accessori che intende utilizzare nei lavori commissionati, con l'indicazione della provenienza o della ditta produttrice.

Tale campionatura potrà essere in parte sostituita da apposite documentazioni che comprendano, oltre al nome della ditta produttrice, anche dettagliate specifiche tecniche.

A tale campionatura, la D.L. farà riferimento di volta in volta, per la verifica dei singoli particolari posti in opera.

L'Azienda può richiedere la sostituzione di tutti quei materiali o apparecchiature, anche se già poste in opera, che non risultassero corrispondenti ai tipi stabiliti dalla D.L., che non corrispondessero alla campionatura, che non fossero idonee alle funzioni richieste o risultassero difettose al momento dell'uso.



