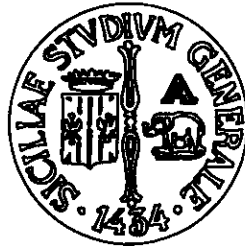


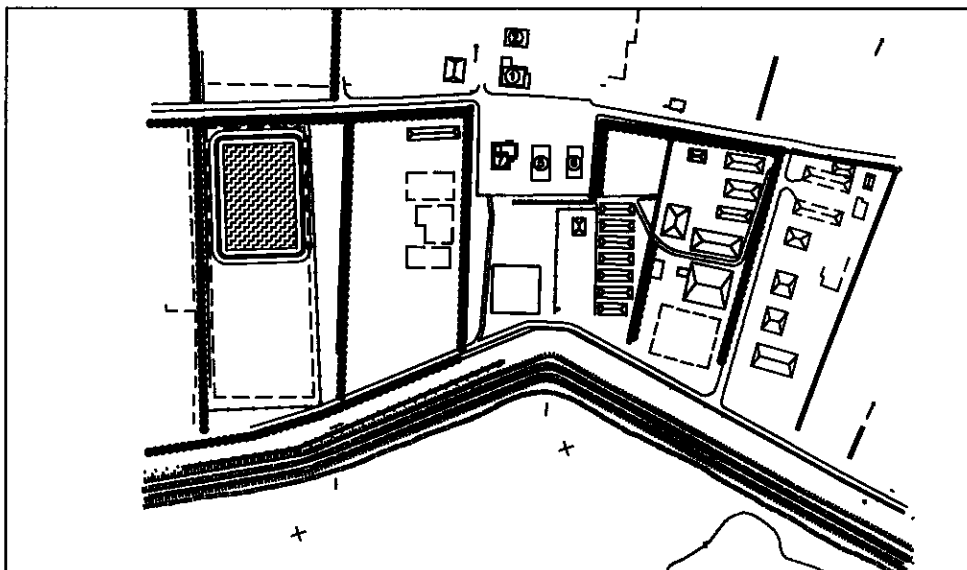
# UNIVERSITA' DEGLI STUDI CATANIA

A.P.S.E.MA. - U.O. AREE ESTERNE  
D.G. - U.O. COORDINAMENTO ATTIVITÀ E SERVIZI POLI DI ATENEIO



oo

## AZIENDA AGRARIA SPERIMENTALE



PROGETTO  
(Dott. Agr. M. Uchino)  
(Dott. Ing. A. Lo Giudice)

COLLABORAZIONE  
(Dott. Ing. G. Cilibrasi)

CSP  
(Dott. Ing. A. Mistretta)

R.U.P.  
(Dott. Ing. A. Basile)

Visto: IL DIRIGENTE  
(Dott. C. Vicarelli)



### REALIZZAZIONE DEL NUOVO INVASO ACQUA

TAVOLA: C.S.A.

SCALA:

DATA:  
Marzo 2018

### CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

## INDICE

### Sommario

#### CAPO I OGGETTO - AMMONTARE DELL'APPALTO – DESIGNAZIONE DEI LAVORI

Art. 1. oggetto dell'appalto	5
Art. 2 ammontare dell'appalto	5
Art. 3 designazione sommaria dei lavori – opere escluse dall'appalto	7

#### CAPO II Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

Art. 4 osservanza del capitolato generale, delle leggi e delle norme	7
Art. 5 dichiarazione preliminare e condizioni di appalto	8
Art. 6 condizioni di ammissione alla gara - qualificazione	9
Art. 7 verifica idoneità tecnico professionale	9
Art. 8 documenti che fanno parte del contratto	10
Art. 9 interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto	11
Art. 10 garanzie e coperture assicurative	11
Art. 11 consegna dei lavori – ordine da tenersi nell'esecuzione dei lavori	13
Art. 12 tempo utile per l'ultimazione dei lavori - penale per il ritardo	14
Art. 13 sospensioni e proroghe	14
Art. 14 programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma	15
Art. 15 inderogabilità dei termini di esecuzione	16
Art. 16 danni di forza maggiore	16
Art. 17 risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini	17

Art. 18 anticipazioni dell'amministrazione	17
Art. 19 pagamenti	17
Art. 20 conto finale e pagamenti a saldo	18
Art. 21 termini per il collaudo	18
Art. 22. verifiche e prove preliminari dei lavori	20
Art. 23. garanzia dell'opera	20
Art. 24. norme per la misurazione e la valutazione dei lavori	20
Art.25. disposizioni relative ai prezzi.	21
Art. 26. obblighi ed oneri generali e speciali a carico dell'appaltatore	22
Art. 26-bis. obblighi dell'appaltatore relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari	25
Art. 27. oneri soggetti a rimborso	25
Art. 28. contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera	25
Art.29. fallimento dell'appaltatore	27
Art. 30 direttore di cantiere	27
Art. 31 spese contrattuali	28
Art. 32 domicilio legale	28
Art. 33 controversie	28
Art. 34 risoluzione del contratto - recesso	28

### **CAPO III Disposizioni per l'esecuzione dell'appalto**

Art. 35 direzione dei lavori	28
Art. 36 variazioni dei lavori	29

### **CAPO IV Disposizioni in materia di sicurezza**

Art. 37 prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi	29
Art. 38 norme di sicurezza generali	29
Art. 39 sicurezza sul luogo di lavoro	30

## **CAPO V      Disciplina del subappalto**

Art. 40 subappalto	31
--------------------	----

## **- PARTE II**

### **SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE**

#### **CAPITOLO I**

##### **- Qualità, provenienza e norme di accettazione dei materiali, dei manufatti e delle forniture in genere**

Art. 41	Caratteristiche generali - Scorpori	33
Art. 42	Materiali naturali, di cava e artificiali	34
Art. 43	Calci – Pozzolane – Leganti idraulici	45
Art. 44	Materiali laterizi	47
Art. 45	Materiali ceramici	48
Art. 46	Materiali ferrosi – Prodotti di acciaio e ghisa	49
Art. 47	Metalli diversi	60
Art. 48	Legnami	61
Art. 49	Materiali per pavimentazioni	61
Art. 50	Prodotti vernicianti – Pitture – Vernici – Smalti	63
Art. 51	Plastici per rivestimenti murali	65
Art. 52	Prodotti di fibrocemento	65
Art. 53	Prodotti di cemento e aggregati granulari	66
Art. 54	Leganti idrocarburi e affini – Materiali per impermeabilizzazioni	69
Art. 55	Adesivi – Sigillanti- Guarnizioni -- Idrofughi – Idrorepellenti - Additivi	72
Art. 56	Prodotti di materie plastiche	75
Art. 57	Apparecchi idraulici	80
Art. 58	Materiali diversi e speciali	81

#### **CAPITOLO II      Modo di esecuzione delle categorie di lavoro – Movimenti di materie –**

- 2 -

**Opere d'arte – Lavori diversi**

Art. 59	Rilievi – Capisaldi - tracciati	89
Art. 60	Demolizioni e rimozioni	89
Art. 61	Scavi in genere – Scavi un sotterraneo – lavori di contenimento – Scavi speciali	90
Art. 62	Rilevati e rinterri – Piani di posa	95
Art. 63	Fanghi di bentonite	98
Art. 64	Pali di fondazione - Ancoraggi	98
Art. 65	Palancole – Diaframmi di pali – Diaframmi continui	104
Art. 66	Malte – Qualità e composizione	105
Art. 67	Murature	107
Art. 68	Calcestruzzi e conglomerati	110
Art. 69	Muratura di getto in conglomerato – Conglomerato a vista	118
Art. 70	Opere in cemento armato normale	119
Art. 71	Opere in cemento armato precompresso	123
Art. 72	Casseforme, armature e centinature – Varo	123
Art. 73	Strutture e manufatti prefabbricati	124
Art. 74	Solette e solai in cemento armato	125
Art. 75	Opere, strutture e manufatti in acciaio o altri metalli	125
Art. 76	Opere murarie particolari	129
Art. 77	Cappe sui volti e impermeabilizzazioni in genere	131
Art. 78	Intonaci	135
Art. 79	Rivestimenti	136
Art. 80	Opere in marmo, pietre naturali o artificiali	136
Art. 81	Opere da carpentiere	139
Art. 82	Opere da lattoniere – Manufatti in lamiera zincate	139
Art. 83	Drenaggi – Campioni	140
Art. 84	Tubazioni	141
Art. 85	Manufatti per impianti fognanti	149
Art. 86	Opere di protezione delle scarpate – Opere in verde - Consolidamenti	151
Art. 87	Scogliere per la difesa del corpo stradale	155
Art. 88	Segnaletica stradale	156
Art. 89	Lavori di veniciatura	157
Art. 90	Strati filtro e ripartenti in feltri o teli geotessili	164
Art. 91	Sigillature	165

**CAPITOLO III Modo di esecuzione delle categorie di lavoro –**

**Opere di sovrastruttura stradale – Pavimentazioni diverse**

Art. 92	Strati di fondazione	167
---------	----------------------	-----

Art. 93	Strati di base	171
Art. 94	Strati di pavimentazione	176
Art. 95	Pavimentazioni a elementi	185
Art. 96	Pavimentazioni di marciapiedi - Orature	187

**CAPITOLO IV Norme per la misurazione e valutazione dei lavori –**

Art. 97	Norme generali	191
Art. 98	Valutazione dei lavori in economia	191
Art. 99	Valutazione dei lavori a misura	192
Art. 100	Impianti	207

**APPENDICE A**

**Norme generali di esecuzione impianti variu – elettrici e di pubblica illuminazione**

Art. A1	Opere provvisionali – Macchinari e mezzi d'opera	211
Art. A2	Indagini e rilievi geognostici	211
Art. A3	Azioni e carichi sulle opere e costruzioni in genere	212
Art. A4	Strutture, opera e impianti in generale – Modalità di studio, progettazione...	212
Art. A5	Opere di acquedotto	215
Art. A6	Opere di fognatura	215
Art. A7	Opere stradali	215
Art. A8	Opere d'arte	218
Art. A9	Sovrastruttura stradale	221
Art. A10	Impianti elettrici in generale	222
Art. A11	Impianti di illuminazione – Requisiti elettrici	223
Art. A12	Protezione delle opera - Costruzioni in zone soggette a tutela	227

**CAPO I**  
**OGGETTO - AMMONTARE DELL'APPALTO – DESIGNAZIONE DEI LAVORI**

**ART. 1. OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, le prestazioni e le forniture necessarie per i **lavori di realizzazione del nuovo invaso d'acqua nell'Azienda Agraria Sperimentale di Ateneo**.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

**ART. 2 AMMONTARE DELL'APPALTO**

**2.1. Importo complessivo dell'appalto (I.V.A. esclusa)**

L'importo complessivo dei lavori a base d'asta compresi nel presente appalto ammonta presuntivamente a € 342.000,00 (euro trecentoquarantaduemila/00) comprensivo degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza. Si rappresenta che gli oneri della manodopera sono pari a € 66.692,02+ iva (19,980%).

Categoria		Importi (Euro)	Prevalente/Scorporabile Classifica	
a)	OG 8	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	€ 218.639,13	Prevalente – Classifica 1 <sup>^</sup>
b)	OG 11	Impianti tecnologici	€ 52.730,15	Scorporabile – Classifica 1 <sup>^</sup>
c)	OG 12	Opere ed impianti di bonifica e protezione ambientale	€ 62.430,72	Scorporabile – Classifica 1 <sup>^</sup>
d)		Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	€ 8.200,00	
<b>Totale</b>		<b>€ 342.000,00</b>		

Il lavoro potrà essere, dunque, appaltato mediante procedura MEPA per come previsto dall'art. 36 comma 2 lett.c del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. Il contratto per l'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 59 comma 5 bis D. Lgs 50/2016 e ss.mm.ii, è stipulato in parte a corpo e in parte a misura. Per le prestazioni a corpo (ed in particolare: voce di computo num.40 – N.P. IM.01), il prezzo

offerto rimane fisso e non può variare in aumento o in diminuzione, secondo la qualità e la quantità effettiva dei lavori eseguiti. Per le prestazioni a misura, il prezzo convenuto può variare, in aumento o in diminuzione, secondo la quantità effettiva dei lavori eseguiti. Per le prestazioni a misura il contratto fissa i prezzi invariabili per l'unità di misura.

L'appalto verrà affidato con il criterio del minor prezzo ai sensi dell'art. 95 comma 4 lettera a) del D.lgs. 50/2016, mediante ribasso sull'importo dei lavori posto a base di gara. Saranno escluse le offerte a ribasso nullo o negativo (rialzo) cioè recanti un importo complessivo uguale o superiore. L'importo per l'attuazione dei piani di sicurezza (lettera d) non è soggetto a ribasso d'asta.

### **2.2. Lavori a misura o a corpo – Distribuzione degli importi**

Con riferimento all'importo di cui alle precedenti lettere a), b), c) la distribuzione relativa alle varie categorie di lavoro da realizzare risulta riassunta nel seguente prospetto:

TAB. 1 - Distribuzione degli importi per lavorazioni omogenee

CAT SOA	LAVORAZIONI OMOGENEE	A MISURA		A CORPO		INCIDENZA	
		Euro	%	Euro	%	Euro	%
OG 8	Opere di sistemazione idraulica e di bonifica	218.639,13	65,50	-	-	29.421,52	13,46
OG 11	Impianti tecnologici	21.473,68	6,43	-	-	3.478,86	16,20
OG 11	Impianti tecnologici			31.256,47	9,36	3.127,20	10,00
OG 12	Bonifica bellica	62.430,72	18,70	-	-	30.664,44	49,12
	<b>TOTALI</b>	<b>€ 302.597,53</b>	<b>90,64</b>	<b>€ 31.256,47</b>	<b>9,36</b>	<b>€ 66.692,02</b>	<b>19,98</b>

### **2.3. Variazioni degli importi**

Le cifre del precedente prospetto, che indicano gli importi presuntivi delle diverse categorie di lavoro a misura ed a corpo e delle diverse opere e gruppi di opere, soggetti al medesimo ribasso d'asta, potranno variare tanto in più quanto in meno (e ciò sia in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni a seguito di modifiche, aggiunte o soppressioni che l'Amministrazione appaltante riterrà necessario od opportuno apportare al progetto) nei limiti e con le prescrizioni di cui all'art. 106, del D. Lgs. 50/2016.

L'importo dei lavori compensati o valutati "a corpo", risulta fisso ed invariabile ed è soggetto a ribasso d'asta.

Resta peraltro stabilito che risulta ad esclusivo carico del concorrente il preventivo controllo, sia sotto l'aspetto quantitativo, in termini di completezza previsionale, sia qualitativo, delle lavorazioni compensate a corpo, assumendo lo stesso, in qualità di contraente, ogni onere e rischio perché tali lavorazioni siano date finite e definite sotto ogni aspetto, nell'assoluto rispetto delle normative di riferimento e delle prescrizioni del presente Capitolato.



### ART. 3 DESIGNAZIONE SOMMARIA DEI LAVORI – OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO

#### **3.1. Designazione delle opere**

Le opere che formano oggetto del presente appalto possono riassumersi come appresso:

1. Bonifica bellica del sito interessato dall'intervento (cfr. relazione tecnica bonifica bellica – allegato RB)
2. Sbiancamento dell'area dell'invaso;
3. Preparazione del piano di posa dei rilevati;
4. Realizzazione degli argini e delle stradelle di collegamento, con i materiali provenienti dagli scavi;
5. Realizzazione di una massicciata stradale sul perimetro superiore dell'argine e sulle stradelle di collegamento;
6. Realizzazione del tubo sfioratore e della piattaforma in c.a. per la successiva posa del gruppo di pressurizzazione;
7. Fornitura e collocazione delle tubazioni di adduzione e collegamento con il serbatoio e dei cavidotti per l'impianto elettrico;
8. Realizzazione della recinzione perimetrale dell'invaso in rete metallica romboidale plastificata e della copertura della base pompe;
9. Fornitura e collocazione dell'impianto di pompaggio completo di quadri elettrici cfr. relazione tecnica impianti – allegato RI).

#### **3.2. Opere escluse dall'appalto**

Restano escluse dall'appalto le opere che l'Amministrazione si riserva di affidare, in tutto od in parte, ad altra Ditta, senza che l'Appaltatore possa fare alcun'eccezione o richiedere compenso alcuno.

## CAPO II

### DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

#### ART. 4 OSSERVANZA DEL CAPITOLATO GENERALE, DELLE LEGGI E DELLE NORME

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le prescrizioni e condizioni stabilite:

- nel presente Capitolato Speciale d'Appalto;
- nel Capitolato Generale d'Appalto dei lavori, adottato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000 n.145, negli articoli ancora vigenti e in tutto ciò che non sia previsto o in opposizione con le disposizioni espresse nel presente Capitolato Speciale d'Appalto;
- nel **D. Leg.vo 50/2016** e relative linee guida attuative;
- nel Regolamento d'attuazione del codice dei contratti pubblici (DLgs 163/2006), emanato con **D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207**, negli articoli ancora vigenti;
- nel **D.L. 19 agosto 2005 n° 192** - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE";
- nel **D.L. 29 dicembre 2006 n° 311** - " Disposizioni correttive ed integrative al D.L. 192/2005";
- nel **D.P.R. 06 giugno 2001 n° 380** e ss. mm. e ii. "Testo Unico per l'Edilizia"
- nel **D.M. 37/08** e s.m.i. - "Sicurezza degli impianti";

- nel **D.M. 14 gennaio 2008** – “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- **Circolare 2 febbraio 2009** contenente le Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008;
- **Decreto Ministero Interno 26 agosto 1992** “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica” e successive integrazioni o modificazioni;
- nel **D. Leg.vo 09 aprile 2008 n. 81** e successive integrazioni o modificazioni.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le norme tecniche UNI e CEI attinenti nonché:

- a) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti d'attuazione e le Circolari Ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- b) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari emanate e vigenti, per i rispettivi ambiti territoriali, nella regione Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- c) Le prescrizioni tecniche dell'ASL, dei VV.FF., comunali e dell'ISPESL competenti.

L'impresa è tenuta a verificare le discordanze fra le prescrizioni del presente Capitolato e quelle dettate da eventuali nuove norme e leggi, in vigore all'atto dell'esecuzione dei lavori, uniformando a queste ultime la realizzazione delle opere e degli impianti, previo consulto ed approvazione della D.L.

## ART. 5 DICHIARAZIONE PRELIMINARE E CONDIZIONI DI APPALTO

### 5.1. Dichiarazione preliminare

L'offerta da presentare per l'affidamento dei lavori designati dal presente Capitolato dovrà essere accompagnata da apposita dichiarazione con la quale l'impresa concorrente attesti:

- a) Di avere preso conoscenza delle opere da eseguirsi, attraverso l'esame degli elaborati progettuali, compreso il computo metrico estimativo.
- b) Di essersi recato sul luogo di esecuzione dei lavori, di avere preso conoscenza delle condizioni locali, ivi comprese quelle di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano.
- c) Di avere considerato la distanza delle cave di prestito, aperte o da aprirsi, e le condizioni di operabilità delle stesse per la durata e l'entità dei lavori.
- d) Di avere considerato la distanza delle pubbliche discariche o delle discariche autorizzate e le condizioni imposte dagli Organi competenti.
- e) Di avere accertato l'esistenza e la normale reperibilità sul mercato dei materiali da impiegare, in correlazione anche ai tempi previsti per la durata dei lavori.
- f) Di avere valutato tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti e conseguentemente sulla determinazione dei prezzi; di influire altresì sulle condizioni contrattuali in generale e sull'esecuzione dei lavori e di avere giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi in complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto.
- g) Di avere effettuato una verifica della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità ed alla tipologia e categoria dei lavori in appalto.
- h) Di aver tenuto conto, nella preparazione dell'offerta, degli obblighi relativi alle disposizioni in materia di sicurezza, di condizioni di lavoro e di previdenza ed assistenza in vigore nel luogo in cui dovranno essere eseguiti i lavori.
- i) Di aver preso conoscenza del Piano di Sicurezza e Coordinamento

**In nessun caso si procederà alla stipulazione del contratto, se il Responsabile del Procedimento e l'Appaltatore non abbiano dato atto, con verbale da entrambi sottoscritto, del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.**

### **5.2. Condizioni di appalto**

L'Appaltatore non potrà eccepire durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, tranne che tali nuovi elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile (e non escluse da altre norme del presente Capitolato) o che si riferiscono a condizioni soggette a revisioni.

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara implicitamente di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo i migliori precetti dell'arte e con i più aggiornati sistemi costruttivi.

### **ART. 6 CONDIZIONI DI AMMISSIONE ALLA GARA - QUALIFICAZIONE**

Possono essere ammesse alla procedura di gara i soggetti di cui all'art. 45 del D.Lgs. 50/2016 in possesso dei requisiti di cui agli artt. 83 e 84 dell'anzidetto D.Lgs. 50/2016 e della qualificazione, ai sensi dell'articolo 61, del D.P.R. 207/2010 e in conformità al richiamato allegato "A" del predetto D.P.R. , i lavori sono classificati nel modo seguente:

- 1) Categoria di opere generali OG 08 "OPERE FLUVIALI, DI DIFESA, DI SISTEMAZIONE IDRAULICA E DI BONIFICA" Prevalente**
- 2) Categoria di opere generali OG 11 "IMPIANTI TECNOLOGICI" – Scorporabile**
- 3) Categoria di opere generali OG 12 "OPERE ED IMPIANTI DI BONIFICA E PROTEZIONE AMBIENTALE" – Scorporabile**

Per l'esecuzione delle lavorazioni rientranti nella categoria "OG 12 opere ed impianti di bonifica e protezione ambientale" è obbligatoria l'iscrizione all'albo delle imprese specializzate nella bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici, presso il Ministero della difesa - Segretariato generale della Difesa e Direzione nazionale degli armamenti - Direzione dei lavori e del Demanio, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177.

### **ART. 7 VERIFICA IDONEITA' TECNICO PROFESSIONALE**

Ai fini della verifica dell'idoneità tecnico professionale di cui all'art. 26 del D. lgs. 81/2008 la Ditta Aggiudicataria **entro quindici giorni dalla stipula del contratto di appalto e comunque prima dell'inizio dei lavori**, dovrà esibire al C.S.E. la sottoelencata documentazione prevista dall'Allegato XVII, del D. lgs. 81/2008:

- a) Certificato di iscrizione alla camera di commercio, industria ed artigianato con oggetto sociale inerente alla tipologia dell'appalto e riportante la dicitura antimafia di cui all'art. 10 della L. 31 maggio 1965, n. 575;
- b) documento unico di regolarità contributiva (D.U.R.C.);
- c) dichiarazione di non essere oggetto di provvedimenti di sospensione o interdittivi di cui all'art. 14 D. lgs. 81/2008;
- d) specifica documentazione attestante la conformità alle disposizioni di cui al D. lgs. 81/2008, di macchine, attrezzature e opere provvisorie;
- e) elenco dei dispositivi di protezione individuali forniti ai lavoratori;
- f) documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 16, comma 1, lettera b) del D. lgs. 81/2008;
- g) nomina del responsabile del servizio di prevenzione e protezione, degli incaricati

dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione, di primo soccorso e gestione dell'emergenza, del medico competente quando necessario;

h) nominativo (i) del (i) rappresentante (i) dei lavoratori per la sicurezza;

i) attestati inerenti la formazione delle suddette figure e dei lavoratori;

l) elenco dei lavoratori risultanti dal libro unico (*di cui al D.L. 25/06/2008 n. 112 e ss.mm.ii.*) e relativa idoneità sanitaria;

m) **dichiarazione dell'organico** medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti”.

**La mancata esibizione della sopra elencata documentazione entro il termine perentorio sopra indicato costituirà pregiudizio per la consegna dei lavori.**

#### ART. 8 DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

Fanno parte integrante del contratto di appalto i seguenti documenti:

- Allegato RT - Relazione Tecnica
- Allegato - Relazione Geologico-Tecnica e dei Calcoli
- Allegato RI - Relazione Tecnica Impianti
- Allegato RB – Relazione tecnica bonifica bellica
- Allegato EP - Elenco Prezzi Unitari
- Allegato AP - Analisi dei Prezzi
- Allegato CM - Computo Metrico Estimativo
- Allegato CSA - Capitolato Speciale d'Appalto
- Allegato IM – Stima Incidenza Manodopera
- Allegato PSC - Piano di Sicurezza e Coordinamento
- Allegato CS - Costi per l'attuazione del PSC

Tutti gli elaborati grafici progettuali:

- Tav. 1 - Planimetria generale stato di fatto
- Tav. 2 - Planimetria generale progetto
- Tav. 3 - Planimetria e sezioni
- Tav. 4 - Particolari
- Tav. 5 - Bonifica bellica
- Tav. 6 - Impianti meccanici/elettrici

Eventuali altri disegni e particolari costruttivi delle opere da eseguire che, pur non costituendo parte integrante dei documenti di appalto, la Direzione Lavori si riserva di consegnare all'Appaltatore in quell'ordine che crederà più opportuno, in qualsiasi tempo, durante il corso dei lavori.

**Art. 9 INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE  
D'APPALTO**

**9.1.** In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

**9.2.** In caso di norme del Capitolato Speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

**9.3.** L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

**Art. 10 GARANZIE E COPERTURE ASSICURATIVE**

**10.1 Cauzione provvisoria**

Ai sensi dell'art. 93, comma 1, del D.Lgs. 50/2016, l'offerta è corredata da una garanzia, pari al 2% dell'importo base indicato nel bando o nell'invito, da prestare sotto forma di cauzione o di fideiussione a scelta dell'offerente.

La garanzia prestata deve essere costituita dall'offerente conformemente alle disposizioni contenute nel citato art. 93, commi 2, 3, 4, 5, 6 e 8, del D.Lgs. 50/2016 e con le modalità specificate nel bando di gara.

**10.2 Cauzione definitiva**

Ai sensi dell'art. 103, comma 1, del DLgs 163/2006, è richiesta una garanzia fideiussoria, a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (un decimo) dell'importo contrattuale; in caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 20%, la garanzia è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%; ove il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

La garanzia è prestata dall'aggiudicatario conformemente alle disposizioni contenute nel citato art. 103, comma 9 del DLgs 50/2016 e con le modalità specificate nel bando di gara.

Ai sensi del comma 5 dell'art. 103 del D.Lgs. 50/2016, la garanzia fideiussoria prestata sarà progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 80% dell'importo inizialmente garantito. Lo svincolo avverrà automaticamente, non appena l'appaltatore avrà consegnato all'istituto garante lo stato di avanzamento dei lavori (o, eventualmente, un analogo documento attestante l'avvenuta esecuzione) in originale o copia autentica.

Ai sensi dell'art. 103, comma 2, del D.Lgs.50/2016, l'Amministrazione può avvalersi della garanzia fideiussoria, parzialmente o totalmente, per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'appaltatore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale della Stazione Appaltante senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.

Nei casi di cui all'ultimo capoverso del presente articolo, la Stazione Appaltante ha facoltà di chiedere all'appaltatore la reintegrazione della cauzione ove questa sia venuta meno in tutto o in parte.

### **10.3 Riduzione delle garanzie**

L'importo della cauzione provvisoria di cui all'art. 10.1 del presente capitolato è ridotto conformemente alle disposizioni contenute nell'art. 93, comma 7, del D.Lgs. 50/2016 e con le modalità specificate nel bando di gara.

### **10.4 Polizza assicurativa RCT**

L'appaltatore è obbligato a stipulare, almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori, una polizza assicurativa conformemente alle disposizioni contenute nell'art. 103, comma 7, del D.Lgs. 50/2016 e con le modalità specificate nel bando di gara.

La polizza assicurativa deve prevedere, per quanto concerne i rischi di esecuzione:

– la copertura dei danni alle opere, temporanee e permanenti, eseguite o in corso di esecuzione per qualsiasi causa nel cantiere - compresi materiali e attrezzature di impiego e di uso ancorché in proprietà o in possesso dell'impresa e compresi i beni della Stazione appaltante destinati alle opere - causati da furto e rapina, incendio, fulmini e scariche elettriche, tempesta e uragano, inondazioni e allagamenti, esplosione e scoppio, terremoto e movimento tellurico, frana, smottamento e crollo, acque anche luride e gas provenienti da rotture o perdite di condotte idriche, fognarie, gasdotti e simili, atti di vandalismo, altri comportamenti colposi o dolosi propri o di terzi;

– la copertura dei danni causati da errori di realizzazione, omissioni di cautele o di regole dell'arte, difetti e vizi dell'opera, in relazione all'integra garanzia a cui l'impresa è tenuta, nei limiti della perizia e delle capacità tecniche da essa esigibili nel caso concreto, per l'obbligazione di risultato che essa assume con il contratto d'appalto anche ai sensi dell'art. 1665 del codice civile.

Per quanto concerne invece i danni causati a terzi:

– la copertura dei danni che l'appaltatore deve risarcire quale civilmente responsabile verso prestatori di lavoro da esso dipendenti e assicurati secondo le norme vigenti e verso i dipendenti stessi non soggetti all'obbligo di assicurazione contro gli infortuni nonché verso i dipendenti dei subappaltatori, impiantisti e fornitori per gli infortuni da loro sofferti in conseguenza del comportamento colposo commesso dall'impresa o da un suo dipendente del quale essa debba rispondere ai sensi dell'art. 2049 del codice civile, e danni a persone dell'impresa, e loro parenti o affini, o a persone della Stazione appaltante occasionalmente o saltuariamente presenti in cantiere e a consulenti dell'appaltatore o della Stazione appaltante;

– l'indicazione specifica che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, i componenti dell'ufficio di Direzione dei Lavori, i coordinatori per la sicurezza, i collaudatori.

Tale polizza deve essere stipulata per una somma fissata nel bando di gara e deve assicurare l'Ente Appaltante contro la responsabilità civile verso terzi nel corso di esecuzione dei lavori; il massimale è pari al 5% della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

La garanzia di cui al presente articolo, prestata dall'appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e fornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'art. 48, comma 5, del D.Lgs. 50/2016, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

Art. 11 CONSEGNA DEI LAVORI – ORDINE DA TENERSI NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.

È facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, nei casi indicati all'art. 32, comma 8 del D.Lgs. 50/2016. In tal caso il Direttore dei Lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da eseguire immediatamente, comprese le opere provvisoriale.

L'Amministrazione si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero per parti in più riprese: in questo caso la data legale della consegna, a tutti gli effetti di legge, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale. La data dell'ultimo verbale di consegna parziale non potrà, in nessun caso, superare il termine di giorni 45 dalla data di stipula del contratto di appalto.

Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il Direttore dei Lavori fissa una nuova data; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della stazione appaltante, l'appaltatore può chiedere di recedere il contratto. L'istanza di recesso può essere accolta o meno dalla stazione appaltante. In caso di accoglimento l'appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate, **in misura comunque non superiore 1,00 per cento calcolato sull'importo netto dell'appalto.**

L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della direzione lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore presenterà alla direzione dei lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione delle opere, in armonia col programma di cui alla legge 10 dicembre 1981, n. 741 nei casi contemplati.

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto, in sede di consegna sarà fornito all'Appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nella esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla Direzione Lavori eventuali difformità riscontrate. L'Appaltatore sarà responsabile della conservazione di capisaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione.

#### Art. 12 TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI - PENALE PER IL RITARDO

##### 12.1 Tempo per l'ultimazione dei lavori

Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni **150 (centocinquanta)** naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori. Ai sensi e nel rispetto dell'art. 40 del D.P.R. 207/2010, **nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole nonché delle ferie contrattuali.**

L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'ap-prontamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

##### 12.2 Penali

Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata la penale nella misura **dell'1 (uno) per mille dell'ammontare netto contrattuale.**

Qualora la disciplina contrattuale preveda l'esecuzione della prestazione articolata in più parti, le penali di cui al comma precedente si applicano ai rispettivi importi nel caso di ritardo rispetto ai termini stabiliti per una o più di tali parti.

**La penale, di cui al capoverso precedente del presente articolo, trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori e nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione.**

Nei casi di inottemperanza dell'appaltatore alle disposizioni di cui all'art. 31 del presente capitolato ("*Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera*") la Stazione appaltante può decidere di procedere all'applicazione di una penale secondo le modalità di cui al comma 2 del richiamato art. 31.

L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'art. 108 del D.Lgs. 50/2016, in materia di risoluzione del contratto.

#### Art. 13 SOSPENSIONI E PROROGHE

Ai sensi dell'art. 107, comma 1, del D.P.R. 207/2010, la Direzione dei Lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori, redigendo apposito verbale, qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche od altre circostanze speciali impediscano in via temporanea l'esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori. Tra le circostanze speciali rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 106, del D.Lgs. n. 50/2016.



Ai sensi dell'art. 107, comma 2 del D.Lgs. 50/2016, il responsabile unico del procedimento può ordinare la sospensione dei lavori per ragioni di pubblico interesse o necessità.

Il verbale di sospensione è redatto in ogni caso dal Direttore dei Lavori con l'intervento dell'appaltatore o di un suo legale rappresentante. Nell'ipotesi in cui l'appaltatore non si presenti alla redazione del verbale o ne rifiuti la sottoscrizione, si procede a norma dell'art. 107, comma 4, del D.Lgs. 50/2016.

Nel verbale di sospensione, oltre alle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, è indicato il loro stato di avanzamento, l'importo corrispondente ai lavori già eseguiti, le opere la cui esecuzione resta interrotta, le cautele adottate affinché alla ripresa i lavori possano essere realizzati senza eccessivi oneri, la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione. L'indicazione dell'importo corrispondente ai lavori già eseguiti ma non contabilizzati, è prevista in modo che nel caso in cui la sospensione duri più di 45 giorni si possa disporre il pagamento degli importi maturati sino alla data di sospensione.

Qualora la sospensione o le sospensioni durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori o, comunque, quando superino sei mesi complessivi, si applica quanto disposto dall'art. 107, comma 2, del D.Lgs. 50/2016.

Nel caso di sospensioni totali o parziali dei lavori disposte per cause diverse da quelle di cui ai commi 1, 2 e 4 dell'art. 107, l'appaltatore avrà diritto al risarcimento nella misura **dell'1 (uno) per mille dell'ammontare netto contrattuale e in misura complessiva non superiore all'1,00 per cento calcolato sull'importo netto dell'appalto.**

Ai sensi dell'art. 107, comma 5, del D.Lgs. 50/2016, qualora l'appaltatore, per causa allo stesso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroghe che, se riconosciute giustificate, sono concesse purché le domande pervengano con un anticipo di almeno trenta giorni rispetto al termine anzidetto.

L'appaltatore non può mai attribuire, in tutto o in parte, le cause del ritardo di ultimazione dei lavori o del rispetto delle scadenze intermedie fissate dal programma esecutivo, ad altre ditte o imprese, se lo stesso non abbia tempestivamente e per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte e imprese.

I verbali di sospensione, redatti con adeguata motivazione a cura della Direzione dei Lavori e controfirmati dall'appaltatore, devono pervenire al responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso.

#### Art. 14 PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA

Ai sensi dell'art. 43, comma 10, del D.P.R. 207/2010, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori, prima dell'inizio dei lavori, un proprio programma esecutivo, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma, oltre ad essere coerente coi tempi contrattuali, deve riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento e deve essere approvato, prima dell'inizio dei lavori, dalla direzione lavori.

Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

- a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;

- b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
- c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92 del DLgs 81/2008 e ss. mm. ii. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma, di cui all'art. 40 del D.P.R. 207/2010, predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante nell'ipotesi in cui si verificano situazioni impreviste ed imprevedibili.

Durante l'esecuzione dei lavori è compito dei direttori operativi, cioè dei tecnici che collaborano con il direttore lavori ed insieme a lui costituiscono la direzione lavori, curare l'aggiornamento del cronoprogramma dei lavori e segnalare tempestivamente al direttore dei lavori le eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali, proponendo i necessari interventi correttivi.

#### Art. 15 INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE

Non costituiscono giustificato motivo di slittamento del termine di inizio e di ultimazione dei lavori nonché della loro irregolare conduzione secondo programma:

- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal Direttore dei Lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
- c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla Direzione dei Lavori o espressamente approvati da questa;
- d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente capitolato;
- f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

#### Art. 16 DANNI DI FORZA MAGGIORE

Nel caso di danni causati da forza maggiore l'impresa affidataria ne fa denuncia al Direttore dei Lavori nei termini stabiliti dal capitolato speciale o, in difetto, entro cinque giorni da quello dell'evento, a pena di decadenza dal diritto al risarcimento.

Al fine di determinare l'eventuale risarcimento al quale può avere diritto l'impresa affidataria, spetta al Direttore dei Lavori redigere processo verbale alla presenza di quest'ultima, accertando:

- a) lo stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;

- b) le cause dei danni, precisando l'eventuale causa di forza maggiore;
- c) la eventuale negligenza, indicandone il responsabile, ivi compresa l'ipotesi di erronea esecuzione del progetto da parte dell'appaltatore;
- d) l'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del Direttore dei Lavori;
- e) l'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni.

Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'impresa affidataria o delle persone delle quali essa è tenuta a rispondere.

#### Art. 17 RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI

L'eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 15 (quindici) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione.

La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore ai sensi dell'art. 108, comma 4, del D.Lgs. 50/2016.

Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'art. 12.2 del presente capitolato è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal Direttore dei Lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al precedente capoverso.

Sono a carico dell'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante a seguito della risoluzione del contratto.

#### Art. 18 ANTICIPAZIONI DELL'AMMINISTRAZIONE

Nei casi consentiti dalla legge l'Amministrazione erogherà all'Appaltatore l'anticipazione sull'importo contrattuale prevista dalle norme vigenti. Nel caso specifico trova applicazione l'art. 35, comma 18, del D.lgs. 50/2016.

L'importo dell'anticipazione verrà progressivamente recuperata dall'Amministrazione e sarà revocata se l'esecuzione dei lavori non procederà secondo i termini contrattuali e sulle somme restituite saranno dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

#### Art. 19 PAGAMENTI

**19.1** L'Appaltatore ha diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati secondo le disposizioni contenute nel Titolo IX del D.P.R. 207/2010, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al successivo punto 19.2, un importo non inferiore a €. 80.000,00 (euro ottantamila/00).

**19.2** A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% da liquidarsi, nulla ostando, a seguito dell'approvazione del collaudo provvisorio.

**19.3** Entro i 45 (quarantacinque) giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il Direttore dei lavori emette lo stato di avanzamento dei lavori.

**19.4** L'emissione da parte del R.U.P. del Certificato di pagamento relativo allo stato di avanzamento di cui al punto 19.3, avverrà previa verifica di regolarità contributiva dell'Appaltatore (D.U.R.C.) presso lo Sportello Unico Previdenziale territorialmente competente.

**19.5** La Stazione Appaltante provvede al pagamento del predetto Certificato entro i successivi trenta giorni dalla data di emissione dello stesso.

**19.6** Il certificato di pagamento dell'ultimo acconto, qualunque ne sia l'ammontare netto, sarà emesso, con le stesse modalità sopra descritte, dopo l'ultimazione dei lavori, accertata e certificata dalla Direzione Lavori come prescritto.

#### Art. 20 CONTO FINALE E PAGAMENTI A SALDO

**20.1** Il conto finale dei lavori è redatto entro giorni 30 dalla data del certificato di ultimazione; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al Responsabile del Procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione.

**20.2** Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su invito del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento redige in ogni caso una sua relazione al conto finale.

**20.3** La rata di saldo, unitamente alle ritenute, nulla ostando, è pagata entro 90 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

**20.4** Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'art. 103, comma 6 del D.Lgs. 50/2016, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, secondo comma, del codice civile.

**20.5** La garanzia fideiussoria di cui al precedente comma **20.4** è costituita alle condizioni previste nel citato art. 103, comma 6 del D.Lgs. 50/2016, e cioè è di importo pari al saldo maggiorato del tasso d'interesse legale applicato per il periodo che intercorre tra il collaudo provvisorio e il collaudo definitivo.

**20.6** Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

#### Art. 21 TERMINI PER IL COLLAUDO

**21.1** Ai sensi dell'art. 102, comma 3, del D.lgs. 50/2016, il collaudo finale deve aver luogo entro sei mesi dall'ultimazione dei lavori.

**21.2** Il certificato di collaudo ha inizialmente carattere provvisorio ed assume carattere definitivo solo decorsi due anni dalla sua emissione ovvero dal termine previsto, nel presente capitolato, per detta emissione.

##### ***21.3 Operazioni e prescrizioni generali finalizzati al Collaudo e/o Regolare Esecuzione:***

La Ditta dovrà assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e dovrà prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione ed il collaudo degli impianti.

Tutte le spese inerenti la messa a norma degli impianti, comprese quelle maggiori opere non espressamente indicate nel progetto ma richieste dagli Enti di cui sopra, e le spese per l'ottenimento dei vari permessi (relazioni, disegni, ect.) dovranno essere a completo carico della Ditta che al riguardo non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine, anche se nel frattempo fosse già stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore sarà tenuto a darne immediata comunicazione alla D.L. e dovrà adeguarsi; il costo supplementare dovrà essere riconosciuto solo se la data di emissione della Norma o Legge risulti posteriore alla data dell'appalto.

Tutte le documentazioni di cui prima dovranno essere riunite in una raccolta, suddivisa per tipi di apparecchiature e componenti e consegnata alla D.L.

#### **21.4 – Documentazione finale**

##### ***Note generali***

A lavori ultimati, in coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti e quindi prima del rilascio del Certificato di Ultimazione Lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la documentazione finale qui sotto elencata.

- Attestato di bonifica bellica;
- Disegni finali as-built;
- Manuali d'uso e manutenzione;
- Schemi;
- Liste ricambi, materiali di consumo ed attrezzi;
- Nulla-osta;
- Dichiarazione di conformità;
- Tarature, prove e collaudi.

La mancata consegna di tale documentazione renderà l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi potranno essere rispetto dei termini di cui al superiore punto **21.1**.

##### ***Disegni finali***

I disegni finali di cantiere, aggiornati e perfettamente corrispondenti alle opere ed agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati.

Particolare cura dovrà essere riservata al posizionamento esatto, nelle piante e nelle sezioni, delle opere e degli impianti.

##### ***Quantità:***

- Numero 2 (due) copie entro robuste cartelle in plastica per una facile consultazione ed una buona conservazione;
- Numero 1 (una) copia supporto informatico (CD-ROM e/o chiavetta USB).

##### ***Manuali d'uso e manutenzione in lingua italiana***

Tutte le Norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione delle facciate continue/ventilate, degli impianti e delle singole apparecchiature, secondo le istruzioni date dalla D.L.

Non si dovrà trattare di generiche informazioni, ma di precise documentazioni di ogni apparecchiatura con fotografie, disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, smontaggio, installazione e taratura.

Tutto ciò dovrà essere perfettamente ordinato, con indice preciso ed analitico per l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate.

##### ***Schemi***

In ogni quadro elettrico e a bordo macchina dovrà essere fornito ed installato a parete un pannello con gli schemi delle relative apparecchiature ed impianti.

##### ***Liste ricambi, materiali di consumo ed attrezzi***

Una lista completa delle parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di due anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni;

Accanto al nome di ogni singola ditta fornitrice di materiale dovrà essere riportato indirizzo, numero telefono, fax, e possibilmente e-mail, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio.

Una lista completa di materiali di consumo, quali guarnizioni, sigillanti, etc., con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche.

Una lista completa di attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio delle opere e degli impianti.

#### ***Dichiarazione di conformità***

Certificazioni di conformità delle opere e dichiarazione di conformità degli impianti elettrici realizzati in accordo alle prescrizioni del DM n° 37 del 22/01/08.

#### **21.5 – Tarature, prove e collaudi**

Dovranno essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte delle opere e degli impianti realizzati. Dovrà essere compito dell'Appaltatore:

- Eseguire i collaudi ordinati dalla D.L.;
- Eseguire tutte le prove e collaudi previsti nel presente Capitolato. La ditta dovrà informare per iscritto la D.L. con almeno una settimana di anticipo, quando l'impianto sarà predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento;
- Sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi;
- Sostenere le spese per i collaudatori qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo;
- Mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

#### **Art. 22. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEI LAVORI**

La realizzazione dei lavori dovrà essere conforme alle indicazioni di progetto.

Nel corso dello svolgimento dei lavori il Direttore dei Lavori può disporre l'esecuzione di verifiche e prove preliminari intese ad accertare che la fornitura dei componenti corrisponda, quantitativamente e qualitativamente, alle prescrizioni contrattuali ed alle specifiche tecniche previste dalla normativa vigente e che sia garantita la funzionalità dei componenti costituente l'opera.

Le opere con funzione statica ai sensi del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - Testo Unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), sono soggette a collaudo statico.

#### **Art. 23. GARANZIA DELL'OPERA**

Ai sensi della vigente normativa l'impresa assuntrice ha l'obbligo di garantire l'opera eseguita per il periodo di **mesi 24 (ventiquattro) dalla data di emissione del certificato di collaudo e/o certificato di regolare esecuzione** contro i danni ed i difetti di funzionamento che possono dipendere dalla cattiva qualità dei materiali impiegati o da deficienze di montaggio, regolazione e di messa in opera che si dovessero rendere evidenti durante l'utilizzo.

Ciò comporterà l'obbligo di provvedere a propria cura e spese alla sostituzione delle parti danneggiate o difettose e/o alla esecuzione delle riparazioni o regolazioni che eventualmente si rendessero necessarie per ripristinare l'efficienza dell'opera e comunque sino a che il certificato di regolare esecuzione non assuma carattere definitivo ovvero per due anni dall'emissione di detto certificato.

#### **Art. 24. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Tutte le opere previste per l'esecuzione dell'appalto **saranno computate a misura**, secondo le quantità eseguite e applicando i prezzi unitari di progetto scontati del ribasso d'asta.

Eventuali opere in economia saranno valutate mediante apposite liste settimanali della manodopera.

#### Art.25. DISPOSIZIONI RELATIVE AI PREZZI.

##### **25.1 - Disposizioni Generali**

I prezzi totale a corpo compensano:

- a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, etc.) nessuna eccettuata, che sia sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso.
- d) circa i lavori, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni di ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti, scarichi in ascesa, etc. e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli del presente Capitolato Speciale d'appalto e nell'offerta della Ditta.

##### **25.2 – Revisione prezzi**

Nel presente appalto è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, primo comma, del codice civile.

##### **25.3 – Eventuali lavori non previsti**

Per l'esecuzione di categorie di lavori non previsti e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, si procederà al concordamento dei nuovi prezzi valutati come di seguito riportato:

- a) desumendoli dal prezzario della stazione appaltante o dal prezzario di cui all'art. 23, comma 7, del D.Lgs. 50/2016, ove esistenti;
- b) ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;
- c) quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'impresa affidataria, e approvati dal Rup.

Se l'impresa affidataria non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'impresa affidataria non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

##### **25.4 – Lavori in economia**

La contabilizzazione di eventuali lavori in economia, al momento non previsti nel progetto, sarà effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle

somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'art. 179 del Reg. n. 207/10.

**Art. 26. OBBLIGHI ED ONERI GENERALI E SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE**  
Saranno a carico dell'appaltatore tutti gli oneri di cui agli articoli 4, 5 (*escluso comma 1*), 6 e 8 del "Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto dei lavori pubblici" adottato con D.M. LL.PP. del 19/04/2000 n. 145 oltre a tutti gli altri indicati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

La Ditta appaltatrice avrà l'onere di provvedere ad una verifica ed eventuale ridimensionamento complessivo di tutta la struttura prevista nel rispetto della normativa vigente. La stessa Ditta sarà quindi tenuta a produrre alla D.L., la quale visterà per approvazione, i piani di verifica aggiornati in base al nuovo calcolo di ridimensionamento.

Dopo l'emissione del certificato di ultimazione dei lavori e comunque prima del collaudo provvisorio l'Impresa dovrà consegnare:

- i certificati di verifica e collaudo richiesti dalle vigenti norme di legge;
- tutti gli elaborati tecnici relativi alle opere eseguite, in triplice copia e su supporto informatico, comprendenti: planimetrie, sezioni, schemi e particolari costruttivi aggiornati secondo le variazioni eventualmente apportate nel corso dei lavori;
- i libretti con le norme di uso e manutenzione delle apparecchiature e sistemi installati.

La Ditta è altresì tenuta a rilasciare la dichiarazione di conformità secondo il D.M. 37/08 per gli impianti eseguiti e la redazione di 5 copie (compreso una su supporto informatico) del progetto "come eseguito".

Oltre agli oneri sopra citati sono a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

**26.1** La formazione del cantiere e l'esecuzione di tutte le opere a tal uopo occorrenti, comprese quelle di recinzione e di protezione e quelle necessarie per mantenere la continuità delle comunicazioni, nonché di scoli, acque e canalizzazioni esistenti.

**26.2** L'installazione delle attrezzature ed impianti necessari ed atti, in rapporto all'entità dell'opera, ad assicurare la migliore esecuzione ed il normale ed ininterrotto svolgimento dei lavori.

**26.3** L'apprestamento delle opere provvisionali quali ponteggi, impalcature, assiti, steccati, armature, centinature, cassetture, ecc. compresi spostamenti, sfridi, mantenimenti e smontaggi a fine lavori. Le incastellature, le impalcature e le costruzioni provvisionali in genere, se prospettanti all'esterno del cantiere o aggettanti su spazi pubblici o privati, dovranno essere idoneamente schermate. Tra le opere in argomento è compresa altresì un'adeguata illuminazione del cantiere.

**26.4** La sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

**26.5** L'installazione di tabelle e segnali luminosi nel numero sufficiente, sia di giorno che di notte, nonché l'esecuzione di tutti i provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà indispensabili per garantire la sicurezza delle persone e dei veicoli e la continuità del traffico. I segnali saranno conformi alle disposizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione.

**26.6** La prevenzione delle malattie e degli infortuni con l'adozione di ogni necessario provvedimento e predisposizione inerente all'igiene e sicurezza del lavoro, essendo l'Appaltatore obbligato ad attenersi a tutte le disposizioni e norme di Leggi e dei Regolamenti vigenti in materia all'epoca di esecuzione dei lavori.

**26.7** La pulizia del cantiere e la manutenzione ordinaria e straordinaria di ogni apprestamento provvisorio.



**26.8** La fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della Direzione Lavori. I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito od accettato dalla Direzione, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, telefono) facendosi carico all'Appaltatore di tutte le spese di allacciamento, di uso e di manutenzione.

**26.9** La fornitura di mezzi di trasporto per gli spostamenti della Direzione Lavori e del personale di assistenza.

**26.10** La fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato.

**26.11** Le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

**26.12** La fornitura di tutti i necessari attrezzi, strumenti e personale esperto per tracciamenti, rilievi, misurazioni, saggi, picchettazioni ecc. relativi alle operazioni di consegna, verifiche in corso d'opera, contabilità e collaudo dei lavori.

**26.13** Il tracciato plano-altimetrico e tutti i tracciamenti di dettaglio riferentesi alle opere in genere.

**26.14** Lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione delle ceppaie.

**26.15** La fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi mensili, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:

a) - Numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno del mese con le relative ore lavorative.

b) - Genere di lavoro eseguito nel mese, giorni in cui non si è lavorato e cause relative. Dette notizie dovranno pervenire alla Direzione non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine del mese, **stabilendosi una penale, per ogni giorno di ritardo, di Euro 5,00.**

**26.16** L'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

**26.17** La riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterri, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisoriale.

**26.18** Le pratiche presso Amministrazioni ed Enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni, collaudi, ecc. per: opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, abilitazione di impianti nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

**26.19** La conservazione ed il ripristino delle vie, dei passaggi e dei servizi, pubblici o privati, che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori, provvedendosi a proprie spese con opportune opere provvisoriale o provvisorie deviazioni. Ove l'appalto contemplasse la costruzione di nuove strade, l'Appaltatore sarà anche obbligato a mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sulle strade oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di ogni conseguenza che l'Amministrazione, sotto tale riguardo, dovesse sopportare.

**26.20** Il risarcimento dei danni che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone, restando libere ed indenni l'Amministrazione appaltante ed il suo personale.

**26.21** La fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla Direzione, entro 5 giorni dalla consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di mt. 1,00 x 2,00 recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate nello schema di cui alla tabella 5, con le opportune modifiche ed integrazioni da apportare, ove occorra, in relazione alla peculiarità delle singole opere. In particolare, nello spazio per aggiornamento dati, dovranno essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi. Per le opere con rilevante sviluppo dimensionale sarà installato, conformemente alle disposizioni della D.L., un numero di cartelli adeguato alla estensione del cantiere. Detti cartelli, come pure le relative armature di sostegno, dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori. **Per la mancanza od il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'Appaltatore una penale di € 150,00. Sarà inoltre applicata una penale giornaliera di € 15,00 dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.**

**26.22** L'esecuzione di modelli e campionature di lavori, materiali e forniture che venissero richiesti dalla Direzione Lavori.

**26.23** La conservazione dei campioni fino al collaudo, muniti di sigilli controfirmati dalla Direzione e dall'Appaltatore, in idonei locali o negli uffici direttivi.

**26.24** Il carico, trasporto e scarico dei materiali delle forniture e dei mezzi d'opera ed il collocamento a deposito od in opera con le opportune cautele atte ad evitare danni od infortuni.

**26.25** Il ricevimento dei materiali e forniture escluse dall'appalto nonché la loro sistemazione, conservazione e custodia, garantendo a proprie spese e con piena responsabilità il perfetto espletamento di tali operazioni.

**26.26** La custodia di opere escluse dall'appalto eseguite da ditte diverse per conto dell'Amministrazione o della stessa direttamente. La riparazione dei danni che, per ogni causa o per negligenza dell'Appaltatore, fossero apportati ai materiali forniti od ai lavori da altri compiuti.

**26.27** L'autorizzazione al libero accesso alla Direzione Lavori ed al personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavoro o di produzione dei materiali, per le prove, i controlli, le misure e le verifiche previsti dal presente Capitolato.

**26.28** L'autorizzazione al libero accesso ad altre Imprese o Ditte ed al relativo personale dipendente, ai cantieri di lavoro, nonché l'uso parziale o totale di ponteggi, impalcature, opere provvisorie ed apparecchi di sollevamento, senza diritto a compenso, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori e delle forniture scorporate, fatta eccezione per le spese di utenza (energia elettrica, ecc.), ove rilevanti, da addebitarsi a tali Ditte (su convalida della D.L.).

**26.29** L'assunzione di un Direttore del cantiere, ove l'Appaltatore non ne abbia il titolo, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'Albo di categoria, e di competenza professionale estesa ai lavori da dirigere. Il nominativo ed il domicilio di tale tecnico dovranno essere comunicati alla Direzione, per iscritto, prima dell'inizio dei lavori.

**26.30** Le prove di carico e le verifiche delle varie strutture (pali di fondazione, travi, solai, mensole, rampe, ecc.) che venissero ordinate dalla Direzione o dal Collaudatore; l'apprestamento di quanto occorrente (materiali, mezzi d'opera, opere provvisorie, operai e strumenti) per l'esecuzione di tali prove e verifiche, a norma dell'art. 224 del D.P.R. 207/2010, salvo quanto diversamente previsto in Elenco prezzi od in altri documenti di progetto in rapporto a determinate operazioni od a particolari tipi di strutture.

**26.31** Le spese per i collaudi tecnici, le prove di funzionamento e quant'altro necessario per accertare la rispondenza funzionale degli impianti, secondo prescrizioni di legge o su disposizione

dell'Amministrazione e/o degli Organi di controllo, con la notazione di riserva di cui al precedente punto 26.30.

**26.32** Le spese di collaudazione, per tutte le indagini, prove e controlli che l'Organo di collaudo riterrà opportuno disporre, a insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini.

**26.33** L'osservanza delle norme di polizia stradale, di quelle di polizia mineraria nonché di tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso di mine, ove tale uso sia consentito.

**26.34** La consegna e l'uso di tutte o di parte delle opere eseguite, previo accertamento verbalizzato in contraddittorio, ancor prima di essere sottoposte a collaudo.

**26.35** La custodia, la conservazione, la manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere fino al collaudo.

**26.36** Lo sgombero e la pulizia del cantiere entro un mese dall'ultimazione dei lavori, con la rimozione di tutti i materiali residuali, i mezzi d'opera, le attrezzature e gli impianti esistenti nonché con la perfetta pulizia di ogni parte e di ogni particolare delle opere da sfrabbricidi, calcinacci, sbavature, pitture, unto, ecc.

**26.37** Le spese di contratto ed accessorie e cioè tutte le spese e tasse, nessuna esclusa, inerenti e conseguenti alla stipulazione del contratto e degli eventuali atti complementari, le spese per le copie esecutive, le tasse di registro e di bollo principali e complementari.

#### Art. 26-bis. OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

L'appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche.

L'appaltatore si impegna a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territorialmente competente della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

#### Art. 27. ONERI SOGGETTI A RIMBORSO

Per gli oneri ed obblighi relativi ai punti che seguono, fermo restando l'impegno dell'Appaltatore all'attuazione delle attività in essi previste, si darà luogo nei confronti dello stesso al rimborso delle spese affrontate, sulla base di apposita e specifica documentazione giustificativa, se necessario preventivata e previamente approvata dalla Direzione dei lavori e dal Responsabile del Procedimento:

**27.1** Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei lavori o dall'Organo di collaudo, presso gli Istituti autorizzati, sui materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto prescritto dalla normativa di accettazione e di esecuzione.

**27.2** Gli oneri di conferimento corrisposti alle discariche autorizzate per lo smaltimento dei materiali di risulta provenienti dall'esecuzione dei lavori appaltati.

#### Art. 28. CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA

**28.1** L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:

**a.** nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;

**b.** i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;

**c.** è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;

**d.** è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

**28.2** In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione appaltante o ad essa segnalata da un ente preposto, la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e può procedere a una detrazione del 0.5% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

**28.3** Ai sensi dell'art. 30, comma 6, del D.Lgs. 50/2016, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

**28.4** Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 1, della legge n. 248/2006, qualora il personale ispettivo del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale (anche su segnalazione dell'Istituto nazionale della previdenza sociale e dell'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro) riscontri l'impiego di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria, in misura pari o superiore al 20% del totale dei lavoratori regolarmente occupati nel cantiere, ovvero in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, di cui agli articoli 4, 7 e 9 del DLgs 66/2003 e s.m., può adottare il provvedimento di sospensione dei lavori.

**28.5** Nei casi di cui al comma precedente, il provvedimento di sospensione può essere revocato laddove si accerti:

**a.** la regolarizzazione dei lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria;

**b.** il ripristino delle regolari condizioni di lavoro, nelle ipotesi di reiterate violazioni alla disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale.

**28.6** Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 2, della legge 248/2006, i datori di lavoro debbono munire il personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori, dal canto loro, sono

tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

**28.7** Nel caso in cui siano presenti contemporaneamente nel cantiere più datori di lavoro o lavoratori autonomi, dell'obbligo di cui al comma precedente risponde in solido il committente dell'opera.

**28.8** I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere all'obbligo di cui al comma 31.6 mediante annotazione, su un apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori. Ai fini del presente comma, nel computo delle unità lavorative si tiene conto di tutti i lavoratori impiegati a prescindere dalla tipologia dei rapporti di lavoro instaurati, ivi compresi quelli autonomi per i quali si applicano le disposizioni di cui al comma 31.4.

**28.9** Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 5, della legge n. 248/2006, la violazione delle previsioni di cui ai commi 31.6 e 31.8 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 31.4 che non provvede ad esporla è, a sua volta, punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a euro 300.

**28.10** Nei casi di instaurazione di rapporti di lavoro, i datori di lavoro sono tenuti a dare la comunicazione di cui all'articolo 9 bis, comma 2, della legge n. 608/96 e s.m. e i. (di conversione del DL 510/1996), il giorno antecedente a quello in cui si instaurano i relativi rapporti, mediante documentazione avente data certa.

**28.11** L'impiego di lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria è punito con la sanzione amministrativa da euro 1.500 a euro 12.000 per ciascun lavoratore, maggiorata di euro 150 per ciascuna giornata di lavoro effettivo. L'importo delle sanzioni civili connesse all'omesso versamento dei contributi e premi riferiti a ciascun lavoratore di cui al periodo precedente non può essere inferiore a euro 3.000, indipendentemente dalla durata della prestazione lavorativa accertata.

#### Art.29. FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

**29.1** In caso di fallimento dell'appaltatore la Stazione appaltante si avvale, salvi e impregiudicati ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'art. 110 del D.Lgs. 50/2016.

**29.2** Qualora l'esecutore sia un'associazione temporanea, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di un'impresa mandante trovano applicazione, l'art. 48, comma 17, del D.Lgs. 50/2016.

#### Art. 30 DIRETTORE DI CANTIERE

**30.1** Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta

motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

**30.2** L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

**30.3** Ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

#### Art. 31 SPESE CONTRATTUALI

Sono a carico dell'impresa assuntrice l'imposta di bollo, di registro, e le spese di copia o stampa del contratto da stipulare, nonché tutte le tasse, le imposte e le spese inerenti e conseguenti alla partecipazione e all'espletamento dell'appalto.

#### Art. 32 DOMICILIO LEGALE

Per tutti gli effetti del contratto l'appaltatore dovrà eleggere domicilio legale in Catania, presso persona o uffici ai sensi delle vigenti disposizioni di legge. Ogni variazione deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante.

#### Art. 33 CONTROVERSIE

Tutte le controversie saranno risolte secondo le vigenti norme di legge in materia di opere pubbliche. In particolare trovano applicazione gli artt. 205, 208 e 209 del D.Lgs. 50/2016

#### Art. 34 RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - RECESSO

**34.1** La Stazione appaltante può decidere di procedere alla risoluzione del contratto nei casi previsti dall'art. 108 del D.Lgs. 50/2016 nonché in caso di violazioni dei piani di sicurezza di cui di cui al D.Lgs. 81/2008.

**34.2** Ai sensi dell'art. 109, comma 1, del D.Lgs. 163/06, la stazione appaltante ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite.

**34.3** Il decimo dell'importo delle opere eseguite è dato dalla differenza tra l'importo dei quattro quinti del prezzo posto a base di gara, depurato del ribasso d'asta, e l'ammontare netto dei lavori eseguiti.

### **CAPO III**

#### **DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE DELL'APPALTO**

#### Art. 35 DIREZIONE DEI LAVORI

**35.1** Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione,

l'Amministrazione aggiudicatrice, ai sensi dell'art. 101, comma 1, del D.Lgs. 50/2016, si avvale di un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

**35.2** Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

**35.3** Al Direttore dei lavori e agli eventuali assistenti fanno carico tutte le attività ed i compiti stabiliti dall'art. 101 del D.Lgs. 50/2016.

#### Art. 36 VARIAZIONI DEI LAVORI

**36.1** La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio dovessero risultare opportune, senza che perciò l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dall'art. 106 del D.Lgs. 50/2016.

**36.2** Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori.

**36.3** Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

#### Art. 37 PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

Le variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi contrattuali e, nel caso in cui l'elenco di progetto non li preveda, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento e coi criteri dettati dall'art. 27 del presente Capitolato.

### **CAPO IV DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA**

#### Art. 38 NORME DI SICUREZZA GENERALI

##### **38.1- Norme generali**

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e, in ogni caso, in condizione di permanente sicurezza e igiene. L'appaltatore è, altresì, obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.

L'appaltatore predispose, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.

L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

## Art. 39 SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO

### **39.1 - Sicurezza sul luogo di lavoro**

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui al Dlgs. 81/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto e ss. mm. ed ii. applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

### **39.2 – Piani di sicurezza**

Entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, l'appaltatore ha l'obbligo di redigere e consegnare un piano di sicurezza sostitutivo del piano di sicurezza e coordinamento dei lavori. Tale piano deve rispondere ai requisiti di cui all'art.3, Allegato XV al D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii., e deve essere messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri.

L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante.

L'appaltatore può presentare al coordinatore per l'esecuzione, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:

- per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'impresa ovvero per poter meglio garantire la sicurezza;
- nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
- per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese (in quanto non previste e/o prevedibili) nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.

### **39.3 – Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza**

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela.

I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.

L'impresa esecutrice o le imprese esecutrici è/sono obbligata/e a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore:

- la propria idoneità tecnico – professionale (nonché quella dei lavoratori autonomi in relazione ai lavori da affidare), anche attraverso l'iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato;
- l'indicazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate dall'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.

L'affidatario è tenuto, altresì, a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e



coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il piano sostitutivo di sicurezza ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

## CAPO V

### DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

#### Art. 40 SUBAPPALTO

Al presente appalto si applicano le disposizioni contenute nell'art. 105, del D.Lgs. 50/2016.

#### **40.1- Responsabilità in materia di subappalto**

L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.

Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.

Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal decreto - legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246.

#### **40.2 – Pagamento dei subappaltatori e ritardi nei pagamenti**

La Stazione appaltante provvede a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori eseguiti dagli stessi; l'aggiudicatario è obbligato a comunicare tempestivamente alla Stazione appaltante la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

La Stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.

Ai sensi dell'art. 35, comma 29, della legge n. 248/06, la responsabilità solidale dell'appaltatore nei confronti delle imprese subappaltatrici, di cui al comma 4, lettera d) dell'art. 52 del presente capitolato, viene meno se quest'ultimo, acquisendo la relativa documentazione prima del pagamento del corrispettivo, verifica che gli adempimenti di cui al comma 28 dell'art. 35 della legge n. 248/06 (connessi con le prestazioni di lavori dipendente concernenti l'opera) siano stati correttamente eseguiti dal subappaltatore.

**PARTE II**

**SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE**

**CAPITOLO I**

**QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI  
MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

# **CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO**

(Art. 43, commi 2-3, Regolamento n. 207/2010)

## **PARTE II**

### **SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE**

CAPITOLO I

**QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE  
DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

---

## Art. 41

## CARATTERISTICHE GENERALI - SCORPORI

## 41.1. CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

## 41.1.0. Generalità

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una *norma armonizzata* o ad un *benessere tecnico europeo* come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* allegati alla citata direttiva (65). Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti (66).

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

## 41.1.1. Marchio CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più *requisiti essenziali* di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, gli stessi dovranno essere dotati di marcatura CE. Tale marcatura (art. 3, D.P.R.) sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono *norme armonizzate* (i cui estremi sono riportati nella GUCE e nella GURI) (67);
- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al "*Benessere tecnico europeo*" di cui all'art. 5 del citato D.P.R.

L'*attestato di conformità* CE rilasciato da parte di un organismo riconosciuto o la *dichiarazione di conformità* rilasciata dal fabbricante o da un suo mandatario in rapporto alle procedure previste dall'art. 7 del D.P.R. n. 246/93, dovrà contenere gli elementi informativi particolarmente elencati all'art. 10 dello stesso decreto.

## 41.1.2. Materiali e prodotti per uso strutturale

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (68). In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente (69) ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "Norme Tecniche";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (modificato con D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499), ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa "*attestazione di conformità*" dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

(65) I prodotti possono essere accettati solo se idonei all'impiego previsto. Sono tali i prodotti che rendono le opere nelle quali devono essere incorporati o installati conformi ai requisiti essenziali di cui all'Allegato "A" del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (v. tab. a fianco), se e per quanto tali requisiti sono prescritti. La conformità a tali requisiti sarà attestata mediante "certificazioni" o "dichiarazioni" secondo l'art. 7 del D.P.R. citato, i prodotti che recano la marcatura CE si presumono idonei all'impiego previsto. I prodotti che non hanno una diretta incidenza sulla salute e sulla sicurezza (prodotti marginali di cui all'art. 13 del D.P.R.) non devono recare il marchio CE.

(66) Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, la Direzione Lavori, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza, potrà sempre prescrivere uno diverso; in questo caso, se il cambiamento importerà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione di un sovrapprezzo ai sensi dagli artt. 136 e 137 del Regolamento. Si richiama in ogni caso il comma 3 dell'art. 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

(67) Le norme nazionali che recepiscono norme armonizzate diventano cogenti a seguito di pubblicazione del relativo numero sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, a norma del comma 4, art. 6, del D.P.R. n. 246/93, e dalla data stabilita in detta Gazzetta in rapporto al periodo di coesistenza con eventuale analogha normativa nazionale.

(68) Il D.M. 14 settembre 2005 è stato sostituito dal nuovo D.M. Infrastruttura 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. n. 30 alla G.U. 04.02.2008) che approva le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (in vigore dal 5 marzo 2008). Tuttavia ai sensi e per gli effetti dell'art. 20 del D.L. n. 248/2007 (con gli emendamenti approvati in sede di conversione nel febbraio 2008), il D.M. 14 settembre 2005 estende la sua efficacia fino al termine del 30 giugno 2009. Il differimento del termine non opera comunque per le verifiche tecniche previste al comma 4 del citato art. 20 (edifici di interesse strategico).

(69) Tutte le prove mirate a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, sia quelle di accettazione.

REQUISITI ESSENZIALI	
1	Resistenza meccanica a stabilità
2	Sicurezza in caso di incendio
3	Igiena, salute e ambiente
4	Sicurezza di utilizzazione
5	Protezione contro il rumore
6	Risparmio energetico e termoisolamento

#### 41.1.3. Materiali e prodotti pericolosi

Ai sensi del D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25, che richiama il precedente D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita "Scheda informativa di sicurezza".

#### 41.2. SCORPORO DALL'APPALTO

L'Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall'appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo. Ove ricorresse tale evenienza, lo stesso sarà tenuto al rispetto degli obblighi di cui al punto 27.25 del presente Capitolato.

### Art. 42

## MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI

#### 42.1. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose ed in particolare: cloruri (Cl<sup>-</sup>) in concentrazione superiore a 500 mg/l per cementi armati precompressi e malte di iniezione, a 1000 mg/l per cementi armati ordinari ed a 4500 mg/l per cementi non armati; solfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) in percentuali superiori a 2000 mg/l (prove 6.1.3. UNI EN 1008). Il contenuto di sodio equivalente dovrà essere ≤ 1500 mg/l e la concentrazione di sostanze chimiche (zucchero, fosfati, nitrati, piombo) conforme al Prospetto 3 della norma citata. Infine il tempo di presa dei provini dovrà essere conforme a quanto previsto al punto 4.4 della norma.

È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione. Di contro l'impiego di acqua potabile non sarà soggetto ad alcuna analisi preventiva.

#### 42.2. AGGREGATI PER MALTA

##### 42.2.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta).

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche (v. punto 7.4 della norma), essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

##### 42.2.1. Termini e definizioni

Ai fini della norma superiormente riportata, si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- **Dimensione dell'aggregato:** descrizione dell'aggregato come dimensioni dello staccio inferiore (*d*) e superiore (*D*) (70).
- **Aggregato grosso:** aggregato la cui dimensione superiore *D* ≥ 4 mm e la cui dimensione inferiore *d* ≥ 2 mm.
- **Aggregato fine:** aggregato la cui dimensione superiore *D* ≤ 4 mm.
- **Fini:** frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio di 0,063 mm.
- **Filler:** aggregato, in maggior parte passante allo staccio di 0,063 mm, aggiungibile ai materiali da costruzione per conferire determinate proprietà.

##### 42.2.2. Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 5 della norma della quale si riportano, nella Tab. 4, i limiti di sopra e sottovaglio.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, non dovrà superare i limiti del Prospetto 4 della norma (71). La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10, dovrà soddisfare i limiti specificati nel Prospetto 3 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 5.

##### 42.2.3. Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma. In particolare: il contenuto di ioni cloro idrosolubile non dovrà

TAB. 4 - Aggregati per malte. Limiti di sopravaglio e sottovaglio

DIMENSIONI AGGREGATO	Limiti per la percentuale in massa del passante					
	Sopravaglio			Sottovaglio		
	mm	2 D	1,4 D	D	d	0,5 d
0/1	100					
0/2	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-	
0/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-	
0/8	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-	
2/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	
2/8	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	

TAB. 5 - Filler. Requisiti granulometrici

DIMENSIONI STACCIO	Percentuale passante in massa
	Limiti per risultati singoli
mm	
2	100
0,125	da 85 a 100
0,063	da 70 a 100

(70) Tutti gli aggregati devono essere descritti in termini di dimensioni tramite la designazione *d/D*, eccetto i filler che saranno descritti come tali. La coppia di stacci di dimensione nominale inferiore *d* e superiore *D*, in mm, costituisce i limiti entro cui si situa la maggior parte della distribuzione granulometrica dell'aggregato (esempi di dimensioni preferenziali: 0/1 mm, 0/2 mm, 0/4 mm, 0/8 mm, 2/4 mm, 2/8 mm).

(71) Categoria 1: 3% (Malte per sottofondi di pavimenti, proiettate, per riparazioni, per iniezioni) - Ogni tipo di aggregato.  
 2 5% (Malte per intonaci interni ed esterni) - Ogni tipo di aggregato.  
 3 8% (Malte da muratura) - Ogni tipo di aggregato eccetto le rocce frantumate.  
 4 30% (Malte da muratura) - Si applica alle rocce frantumate - 11% per le frazioni granulometriche 0/8 e 2/8.

superare lo 0,15% (v. Appendice D) per la malta non armata e lo 0,06% per le malte contenenti elementi metallici (v. UNI EN 206-1, UNI EN 998-2, UNI EN 1744-1); il contenuto di zolfo totale dell'aggregato e dei filler, determinato in conformità della UNI EN 1744-1, non dovrà superare l'1%S in massa per aggregati naturali ed il 2%S in massa per scorie d'alto forno raffreddate in aria. Per quanto riguarda la durabilità e la reattività alcali-silice degli aggregati si rimanda al punto 7.6 ed all'Appendice D della norma.

#### 4.2.2.4. Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione; b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
Stabilità di volume (applicabile solo per aggregati industriali)	Materiale idrosolubile	SI
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza della materia prima Gestione della produzione	(72)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/NPD
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività alcali-silice	SI

TAB. 6 a - Aggregati per malta UNI EN 13139. Aggregati. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

TAB. 6 b - Aggregati per malta UNI EN 13139. Filler. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI/NPD
Perdita al fuoco (solo per cenere) (applicabile solo ad aggregati industriali)	Perdita al fuoco	SI
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(72)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenze al gelo/disgelo	SI/NPD


#### 4.2.2.5. Marcatura ed etichettatura - Marcatura CE

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b (73).

TAB. 6 c - Marcatura CE per aggregati per malte sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

	Forma dei granuli	Valore dichiarato (F7)	Stabilità di volume	Limite di soglia passa/non passa (% WS)
	Dimensione dei granuli	Classificazione (d7)	Assorbimento di acqua	Valore dichiarato (MA)
	Massa volumica dei granuli	Valore dichiarato (Mg/m³)	Emissione di radioattività	Valori dichiarati come richiesto
	Pulizia	Valore dichiarate (SC)	Rilascio di metalli pesanti	Limiti di soglia validi sul posto d'impiego
01234 (1)	Contenuto in conchiglie	Limite di soglia passa/non passa e Categoria (% MB, SE)	Rilascio di carbonio poliaromatico	per esempio Sostanza X: 0,2 µm³
Any Co Ltd, PD Box 21, B-1050 (2)	Qualità dei fini	Limite di soglia passa/non passa e Categoria	Rilascio di altre sostanze pericolose	Valore dichiarato (Foppure AS)
02 (3)	Composizione/contenuto	Cloruri	Durabilità al gelo/disgelo	Valore dichiarato come richiesto
B123-CPB-0456 (4)	Solfati solubili in acido	Valore dichiarato (per esempio AS <sub>2</sub> ) (% C)	Durabilità alla reattività alcali-silice	Valore dichiarato come richiesto
EN 13139	Zolfo totale	Limite di soglia passa/non passa (% S)		
Aggregati per malte	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	Limite di soglia passa/non passa (tempo di presa in minuti e resistenza a compressione S%)		

(72) Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva 89/106/CE si ritengono soddisfatte dal rispetto della vigente normativa italiana oppure comunitaria applicabile.

(73) Valori dichiarati e, se pertinente, livello o classe/categoria (inclusa l'indicazione "passa" in base ai requisiti di "passa/non passa", se necessario) da dichiarare per ciascuna caratteristica essenziale come indicato nella note dei prospetti ZA.1a e ZA.1b.

• "Nessuna prestazione determinata" per caratteristiche ove ciò non sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) non può essere utilizzata nel caso in cui la caratteristica sia soggetta ad un limite di soglia, altrimenti può essere impiegata quando e dove la caratteristica, per una determinata destinazione d'uso prevista, non è soggetta a requisiti regolamentari.

#### 42.2.6. Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di sicurezza e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

#### 42.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

##### 42.3.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo) (74).

I materiali naturali 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 materie eterogenee ed organiche.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, 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. È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti allo staccio con maglie di 63 mm. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

##### 42.3.1. Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte (75), il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato (76) sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere  $D/d \geq 1.4$ .

##### 42.3.2. Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *indice di appiattimento* (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di *indice di forma* (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "F" e "S" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

TAB. 7 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 12620

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale passante in massa					Categoria G'
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	$D/D \leq 2$ o $D \leq 11,2$ mm	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 85 a 99 da 80 a 99	da 0 a 20 da 0 a 20	da 0 a 5 da 0 a 5	$G_C 85/20$ $G_C 80/20$
	$D/D \geq 2$ o $D \geq 11,2$ mm	100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_C 90/15$
Fine	$D \leq 4$ mm e $d=0$	100	da 95 a 100	da 85 a 99			$G_F 85$
Naturale 0/8	$D = 8$ mm e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			$G_{N4} 90$
Misto	$D \leq 45$ mm e $d=0$	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 90 a 99 da 85 a 99			$G_A 90$ $G_A 85$

##### 42.3.3. Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

##### 42.3.4. Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

##### 42.3.5. Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

(74) Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 saranno valide fino al 30 giugno 2009 e sono oggi già affiancate, in coesistenza, dalle "Nuove norme Tecniche per le Costruzioni" emanate con D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008. Per quanto riguarda poi gli aggregati per calcestruzzo, in particolare per quelli leggeri, sarà fatto riferimento alla norma UNI EN 13055.

(75) Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

(76) La Designazione granulometrica o classe di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri  $d/D$  di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che  $D/d$  deve essere non inferiore a 1,4.



#### 42.3.6. Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati, utile riferimento potrà comunque essere fatto anche alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi (77) (78).

UNI 8520-1 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.  
UNI 8520-2 - Idem. Limiti di accettazione.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xilini come minerali accessori $\leq 1\%$	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xilini come minerali accessori $\leq 2\%$	Parte 4*	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17*
Contenuto di solfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11*	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_1 \geq 0,15$ ( $D_{max} = 32 \text{ mm}$ ) $C_2 \geq 0,12$ ( $D_{max} = 64 \text{ mm}$ )	—	Parte 18*
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12*	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19*
Massa volumica a assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 5\%$ per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 10\%$	Parte 13* e 16*	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	—	Parte 20*
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15*	Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta $\leq 0,08\%$ a 3 mesi $\leq 0,10\%$ a 6 mesi		Parte 22*

#### 42.3.7. Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI	Dichiarazione	
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dell'aggregato grosso	SI/NPD
Pulizia	Massa volumica dei granuli e assorbimento acqua	SI
	Contenuto in conchiglie nell'aggregato grosso	SI/NPD
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Polveri	SI
	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	SI (79)
Resistenza alla levigabilità/abrasione/usura	Resistenza alla usura dell'aggregato grosso	SI (80)
	Resistenza alla levigabilità	SI/NPD
	Resistenza all'abrasione superficiale	SI (81)
	Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati	SI/NPD
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	SI
	Contenuto di carbonato negli aggregati fini per strati di usura delle pavimentazioni di calcestruzzo	SI

TAB. 9 a - Aggregati per calcestruzzo. Aggregati UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

TAB. 9 b - Aggregati per calcestruzzo. Filler UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI	Dichiarazione	
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	SI/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno raffreddate in aria	SI/NPD
Assorbimento di acqua	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	SI
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(82)
	Durabilità al gelo/disgelo	SI/(79)
	Durabilità alla reazione alcali-silice	SI

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER	Dichiarazione	
Finezza/granulometrica e massa volumica dei granuli	Filler	SI
	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	SI
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	SI
Pulizia	Polveri	SI
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	SI/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria	SI
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(82)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo dell'aggregato grosso	SI/NPD

(77) Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a 30 N/mm<sup>2</sup> e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

(78) V. il punto 4.3 della UNI 11104.

(79) Caratteristica richiesta per calcestruzzo strutturale. Per gli altri usi: "SI/NPD".

(80) "SI/NPD" per calcestruzzo non soggetto ad abrasione.

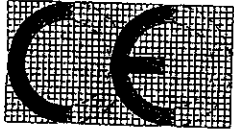
(81) Caratteristica richiesta per calcestruzzo in ambiente soggetto a gelo e disgelo. Negli altri casi: "SI/NPD".

(82) Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva 89/106/CE si ritengono soddisfatte dal rispetto della normativa nazionale italiana ovvero comunitaria applicabile, vigenti al momento della dichiarazione.

### 42.3.8. Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al precedente punto 42.2.6 (v. Tab. 9 c).

TAB. 9 c - Marcatura CE per aggregati per calcestruzzi sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

 01234 (1) Any Co Ltd, PO Box 21, 8-1050 (2) 02 (7) 0123-CPD-0456 (4) EN 12620 Aggregati per calcestruzzi	Forma dei granuli Granulometria Massa volumica dei granuli Pulizia Qualità delle polveri	Valore dichiarato Designazione ( <i>d/D</i> ) Valore dichiarate ( $Mg/m^3$ ) Passa/non passa rispetto al valore di soglia (%) Categoria ( <i>A<sub>10</sub>, S<sub>5</sub></i> ) Categoria (per esempio <i>SC<sub>10</sub></i> ) Categoria ( <i>LA<sub>15</sub></i> )	Contenuto di carbonato Stabilità di volume Ritiro per essiccamento Assorbimento di acqua Emissione di radioattività	Valore dichiarato (% $CO_2$ ) Passa/non passa rispetto al valore di soglia (% <i>WS</i> ) Valore dichiarate (% <i>WA</i> ) Valore dichiarati come richiesto
	Resistenza alla frammentazione/frantumazione Resistenza alla levigabilità Resistenza all'abrasione Resistenza all'usura Composizione/contenute	Valore dichiarato (% <i>C</i> ) Categoria (per esempio <i>AS<sub>2,5</sub></i> ) Passa/non passa rispetto al valore di soglia (% <i>S</i> ) Passa/non passa rispetto al valore di soglia (Tempe di presa in minuti a resistenza a compressione <i>S</i> %)	Rilascio di metalli pesanti Rilascio di idrocarburi poliaromatici Rilascio di altre sostanze pericolose Durabilità al gelo/sgelo Durabilità alla reazione alcali-silice	Valori di soglia validi sul posto di impiego per esempio Sostanza X: $0,2 \mu m^3$ Valore dichiarate Valore dichiarato come richiesto
	Cloruri Solfati solubili in acido Zolfo totale Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo			
				(1) Numero di identificazione dell'ente di ispezione (2) Nome o marchio identificativo ed indirizzo del produttore (3) Ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura (4) Numero del certificato CE

### 42.3.9. Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione dalla conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (83)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

### 42.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - GENERALITÀ

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco. Il limite liquido (LL) del materiale (Atterberg), per la frazione con  $D_{max} \leq 4$  mm, dovrà essere comunque non maggiore di 25 e l'indice di plasticità (IP) di 6 (4+9 per gli strati di base). L'indice C.B.R. dovrà avere un valore non minore di 50. Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più ristrettive, alle seguenti norme di unificazione.

- UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
- UNI EN 13285 - Miscele non legate. Specifiche.
- UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

### 42.5. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 13042)

#### 42.5.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione *d/D* e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacchi: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31, 5 (32), 63 mm) più due gruppi (gruppo 1 e gruppo 2); le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi, fini* ed in *frazione unica*, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma e del quale, in Tab. 11, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

#### 42.5.2. Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *coefficiente di appiattimento* (come specificato nella EN 933-3) e di *coefficiente di forma* (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "F" e "S" di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

(83) Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lett. B), Procedura 1 del D.P.R. 246/93. Il sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lett. B), Procedura 3 dello stesso decreto.

#### 42.5.3. Percentuale di particelle rotte o frantumate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi

Ove richiesto, tale percentuale, determinata in conformità alla EN 933-5, dovrà essere dichiarata in conformità alla categoria pertinente (C) specificata nel prospetto 7 della norma.

TAB. 11 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13242

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale in massa del passante					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	d ≥ 1 e D > 2	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 85-15
		100	da 98 a 100	da 80 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 80-20
Fine	d = 0 e D ≤ 6,3	100	da 98 a 100	da 85 a 99	-	-	G <sub>F</sub> 85
		100	da 98 a 100	da 80 a 99	-	-	G <sub>F</sub> 80
In frazione unica	d = 0 e D > 6,3	-	100	da 85 a 99	-	-	G <sub>A</sub> 85
		100	da 98 a 100	da 80 a 99	-	-	G <sub>A</sub> 80
		100	-	da 75 a 99	-	-	G <sub>A</sub> 75

#### 42.5.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fine per aggregato grosso, fine ed in frazione unica dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (f) della norma.

#### 42.5.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di *coefficiente Los Angeles* come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 10 della norma.

#### 42.5.6. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

#### 42.5.7. Requisiti chimici

Ove richiesti, in base alla particolare applicazione, destinazione d'uso o all'origine dell'aggregato, saranno determinati e specificati in conformità al punto 6 della norma.

#### 42.5.8. Requisiti di durabilità

Per la resistenza al *Sonnenbrand* e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN 132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (F) o (MS - categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma.

#### 42.5.9. Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura e l'etichettatura si rinvia al precedente 42.3.7. Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

#### 42.5.10. Sistema di attestazione

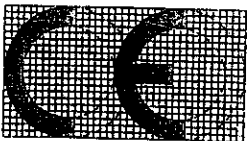
Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

TAB. 12 a - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e costruzione di strade

Caratteristica armonizzata (secondo appendice ZA della UNI EN 13242)	Dichiarazione	
Forma, dimensione e massa volumica delle particelle	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dell'aggregato grosso	SI/NPD
	Massa volumica delle particelle	SI/NPD
Purezza	Contenuto di fini	SI
	Qualità dei fini	SI
Percentuale di particelle frantumate	Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	SI
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	SI
Stabilità volumetrica	Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati	SI/NPD
Assorbimento/assunzione di acqua	Assorbimento di acqua	SI/NPD
Composizione/contenuto	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI/NPD
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele leghe con leganti idraulici	SI/NPD
Resistenza all'attrito	Resistenza all'usura dall'aggregato grosso	SI
Sostanze pericolose: Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(84)
Durabilità agli agenti atmosferici	"Sonnenbrand" del basalto	SI/NPD
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo o disgelo	SI/NPD

(84) Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva 89/106/CE si ritengono soddisfatte dal rispetto della normativa nazionale italiana ovvero comunitaria applicabile, vigenti al momento della dichiarazione.

TAB. 12 b - Esempio di informazioni sulla marcatura CE per aggregati sotto il sistema 2+

 01234 Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 02 0123-CPD-0456 EN 13242		Purezza Contenuto di fini Qualità dei fini Percentuale di particelle frantumate Resistenza alla frammentazione/frantumazione Stabilità di volume Assorbimento/suzione di acqua Composizione/contenuto Solati solubili in acido Zolfo totale Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici Resistenza all'attrito Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Rilascie di altre sostanze pericolose Durabilità al gelo/disgelo		Categoria Valore soglia "passa/non passa" Valore dichiarato Categoria Categoria Valore dichiarato Categoria Valore dichiarato Categoria Valore soglia "passa/non passa" Valore soglia "passa/non passa" Categoria Valori soglia vigenti nel luogo d'impiego per esempio Sostanza X: $0,2 \mu\text{m}^3$ Categoria		(per esempio $f_{16}$ ) (% $M_B$ , $S_E$ ) (per esempio $C_{90,3}$ ) (per esempio $L_{A,50}$ ) (per esempio $V_3$ ) (% di frazione di massa) (per esempio $AS_{0,2}$ ) (% $S$ ) (Tempo di indurimento in min e resistenza alla compressione $S$ %) (per esempio $M_{DE25}$ )	
Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici da utilizzare per opere di ingegneria civile e costruzione di strade		Forma delle particelle Dimensioni delle particelle Massa volumica delle particelle		Valore dichiarato Designazione Valore dichiarato		( $F$ ) ( $d/D$ ) e tolleranza categoria (per esempio $G_{80-20}$ ) ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ )	

#### 42.6. AGGREGATI PER FONDI E SOTTOFONDI STRADALI - MISCELE NON LEGATE

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242 di cui al precedente punto 42.5.

##### 42.6.1. Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata ( $d = 0$ ):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

D/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

##### 42.6.2. Contenuto di fini

Il contenuto massimo o minimo di fini (passanti allo staccio di 0,063 mm), in rapporto alla categoria prescelta, dovrà soddisfare i valori riportati nei prospetti 2 e 3 della norma.

##### 42.6.3. Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_D$  e  $G_E$  il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

##### 42.6.4. Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica - valore della dimensione dello staccio maggiore ( $D$ ); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

#### 42.7. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso (85) che per l'aggregato fine (85) ed il filler (85) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 14043 richiamata al punto 42.4.

##### 42.7.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione  $d/D$  e

(85) **Aggregato grosso:** designazione attribuita alle dimensioni più grandi dell'aggregato con  $D \leq 45$  mm e con  $d \geq 2$  mm. **Aggregato fine:** Designazione attribuita alle dimensioni più piccole dell'aggregato con  $D \leq 2$  mm e contenente particelle che sono in maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. **Fin:** frazione granulometrica di un aggregato passante per lo staccio di 0,063 mm. **Aggregato filler:** aggregato, la maggior parte del quale passa per lo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali di costruzione per il conferimento di determinate proprietà.

TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica

Designazione delle miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staggio G
0/8	4	2	-	1	0,5	-
0/10	4	2	-	1	0,5	-
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	-
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	-
0/14	8	4	2	1	0,5	-
0/16	8	4	2	1	0,5	-
0/20	10	4	2	1	0,5	-
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	-
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/58	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

TAB. 15 - Miscele non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
<b>Miscele classificate normali</b>							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 85	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	G <sub>A</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 18 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	G <sub>B</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	G <sub>C</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
<b>Miscele classificate aperte</b>							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 8 a 26	da 0 a 20	G <sub>O</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun requisito	G <sub>P</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 36	da 14 a 27	da 9 a 20		

dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, (32), 63 mm) più due gruppi; le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma e del quale, in Tab. 16, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

TAB. 16 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13043

Aggregato	Dimensione mm	Percentuale passante in massa					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	D > 2	100	100	da 90 a 99	da 0 a 10	da 0 a 2	G <sub>C</sub> 90/10
		100	da 89 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 90/15
		100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 90/20
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 2	G <sub>C</sub> 85/15
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 85/20
		100	da 98 a 100	da 85 e 99	da 0 a 35	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 85/35
Fine	D ≤ 2	100	-	da 85 a 99	-	-	G <sub>F</sub> 85
In frazione unica	D ≤ 45 e d = 0	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-	G <sub>A</sub> 90
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	-	-	G <sub>A</sub> 85

#### 42.7.2. Forma dell'aggregato grosso

Si richiama sull'argomento quanto specificato al precedente punto 42.5.2. con riferimento, in questo caso, ai prospetti 7 e 8 della norma UNI EN 13043.

#### 42.7.3. Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi

Si richiama quanto specificato al precedente punto 42.5.2., con riferimento al prospetto 9 della UNI EN 13043.

#### 42.7.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fini, determinato in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà essere espresso secondo la relativa categoria (f) specificata nel prospetto 5 della norma.

#### 42.7.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

Si richiama, per questo punto, quanto specificato al precedente punto 42.5.5., con riferimento al prospetto 11 della UNI EN 13043. Per i valori massimi della resistenza all'urto (categoria SZ) sarà fatto riferimento al prospetto 12.

#### 42.7.6. Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali - Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità - PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria (AAV) specificata nel prospetto 14 della norma.

#### 42.7.7. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Per tale resistenza (coefficiente micro-Deval - MDE), si rinvia a quanto specificato al precedente punto 42.5.6., con riferimento al prospetto 15 della UNI EN 13043.

#### 42.7.8. Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B (86).

#### 42.7.9. Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

#### 42.7.10. Sonnenbrand del basalto

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (SB) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

#### 42.7.11. Requisiti per l'aggregato filler

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma.

#### 42.7.12. Designazione, marcatura ed etichettatura - Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura e l'etichettatura sarà fatto riferimento ai punti 7, 8 e all'appendice ZA della norma in analogia alle prescrizioni riportate nel precedente punto 42.5.9. Lo stesso dicasi per i sistemi di attestazione della conformità e di cui al precedente punto 42.5.10.

### 42.8. POMICE

Posta in commercio allo stato di 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 o altri elementi estranei. Dovrà inoltre possedere una resistenza a compressione, misurata su cubetto di cm 5 di lato, non inferiore a 6 N/mm<sup>2</sup>. Per gli impieghi strutturali dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

### 42.9. PIETRE NATURALI E MARMI

#### 42.9.0. Generalità - Caratteristiche tecniche e nomenclatura

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. 2332.

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 a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre mamose, gessose e 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 cui al R.D. citato, alle norme UNI EN in vigore (si citano tra le altre le UNI EN 12370, 12371, 12372, 12407, 13161, 13364, 13755, 14066, 14158, 14581, 1925, 1926, 1936) e in particolare alle norme della serie UNI EN 772. Si richiamano inoltre le seguenti:

UNI EN 12370 - Pietre naturali. Terminologia.

TAB. 17 - Pietre e marmi - Classificazione e caratteristiche tecniche indicative (v. anche UNI EN 12370)

MATERIALE	Massa volumica kg/m <sup>3</sup>	RESISTENZA (N/mm <sup>2</sup> )			Modulo di elasticità N/mm <sup>2</sup>
		Rottura a flessione	Rottura a compressione	Sicurezza (di rif.)	
<b>ERUTTIVO</b>					
a) Di profondità					
Granito	2600	10	160	5	50.000
Sienite	2700	10	160	5	50.000
b) Effusivo					
Porfido di quarzo	2600	15	180	7	55.000
Basalto	2900	20	250	12	90.000
c) Detritico					
Tufo vulcanico	1600	-	5	1	10.000
<b>SEDIMENTARIO</b>					
Arenaria	2100	5	10	3	30.000
Calcere tenero	2200	5	30	3	30.000
Calcere compatto	2600	6	80	4	40.000
Travertino	2300	4	40	3	25.000
<b>METAMORFICO</b>					
Marmo	2700	6	120	3	40.000
Quarziti	2500	6	150	5	50.000

(86) Se l'assorbimento d'acqua, determinato con il primo metodo, non è maggiore del valore selezionato con una delle categorie specificate nel prospetto 17 della norma, o se determinato con il secondo metodo non è maggiore di 0,5, l'aggregato dovrà essere considerato resistente al gelo/disgelo.

UNI EN 771-6 - Specifiche per elementi di muratura. Elementi di pietra naturale.  
UNI EN 772-1 - Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione.

Per le murature portanti, gli elementi dovranno possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati con le modalità descritte al punto 11.9 delle "Norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. 14 settembre 2005 e s.m.i.

La descrizione, designazione e classificazione degli elementi per muratura di pietra naturale dovrà comprendere: il riferimento alla norma UNI EN 771-6; le dimensioni; la descrizione petrografica (v. UNI EN 12370) ed ancora, se necessario: la resistenza alla compressione media; la porosità totale ed aperta; la massa volumica apparente; il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità; la resistenza al gelo/disgelo; le proprietà termiche. Il fabbricante/fornitore dovrà dimostrare la conformità del proprio prodotto ai requisiti della UNI EN 771-6 ed ai valori dichiarati per le relative proprietà esibendo entrambi i punti seguenti: prova di tipo iniziale del prodotto; controllo della produzione in fabbrica.

TAB. 18 - Nomenclatura delle pietre rispetto alla lavorazione delle superfici (v. anche la UNI EN 12370, p. 2.3)

NOMENCLATURA	DESCRIZIONE
Greggia di cava	Superficie del materiale che ha subito soltanto lo stacco dalla montagna naturale (crollo di cava) oppure con mine od altri mezzi (cunei, mazze, ecc.).
Greggia di spacco	Superficie ottenuta mediante apacco dalla roccia secondo i piani di divisibilità (staldamento, falda, controfalda e controverso).
Mano di sega	Superficie striata come risulta dopo la segatura.
Sbozzata	Superficie che in cava ha subito una prima lavorazione per una grossolana squadratura con piccone o con punta grossa (sabbia).
A punta grossa	Uniforme distribuzione di solchi e cavità di profondità $8 \div 12$ mm. (lavorazione con mazzuolo e punta grossa).
A punta media	idem con profondità $5 \div 8$ mm (lavorazione con mazzuolo e punta media).
A punta fine	idem con profondità $2 \div 5$ mm (lavorazione con mazzuolo e punta fine).
Scalpellata	Superficie pressoché liscia; sono tuttavia ammessi solchi o cavità di profondità non maggiore a 2 mm. (lavorazione a mazzuolo e scalpello).
Bocciardata grossa	Granulare uniforme; lavorazione con bocciarda grossa (9 o 16 denti su $25 \text{ cm}^2$ ).
Bocciardata media	idem con bocciarda media (25 o 26 denti su $25 \text{ cm}^2$ ).
Bocciardata fine	idem con bocciarda fina (49,64 o 81 denti su $25 \text{ cm}^2$ ).
Bocciardata finissima	idem con bocciarda finissima (100, 121 o 144 denti su $25 \text{ cm}^2$ ).
Martellinata grossa	Uniformemente striata in una sola direzione; lavorazione alla martellina grossa su superficie preventivamente lavorata alla punta grossa.
Martellinata media	idem con martellina media su superficie preventivamente lavorata a punta media e fine a martellina grossa.
Martellinata fine	idem con martellina fine su superficie a mano di sega o a punta fine o a martellina media.
Fruilionata	Superficie liscia omogenea con leggeri segni di lavorazione (rigatura o striatura); viene fatta con virgoie o con globuli di acciaio.
Levigata	Superficie liscia ad omogenea, senza rigature, striature od altri segni di lavorazione; viene ottenuta con virgoie 1,2,3 oppure con carborundum o spuntiglio.
Lucidata	Superficie brillante, speculare; ottenuta su superficie preventivamente levigata con l'impiego di spuntiglio finissimo, ossido di piombo o gomma lacca, ecc.

#### 42.9.1. Pietra da taglio

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti, di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

#### 42.9.2. Tufo calcareo (87)

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 volumica (non inferiore a  $1600 \text{ kg/m}^3$ ) e della resistenza a compressione (non inferiore a  $5 \text{ N/mm}^2$  se secco ed a  $4 \text{ N/mm}^2$  se bagnato).

#### 42.9.3. Ardesia

Sarà sempre di prima scelta, di spessore uniforme, scura, sonora e di superficie rugosa e non eccessivamente esente da impurità di pirite e di carbonato di calcio. Per l'accettazione dovrà rispettare le specifiche e relativi metodi di prova riportati nella norma UNI EN 12326-1-2.

#### 42.9.4. Marmo (88)

Dovrà essere della migliore qualità, perfettamente sano, senza scaglie, brecce, vene, spacchi, nodi, peli ed altri difetti che ne infirmo la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerati tasselli, stuccature, rotture, scheggiature ed imperfezioni di sorta.

### 42.10. MANUFATTI LAPIDEI STRADALI - CUBETTI

#### 42.10.0 Generalità

I manufatti lapidei stradali potranno essere costituiti da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, trachini, basalti, ecc., in rapporto alle prescrizioni, e dovranno essere conformi agli esecutivi di progetto ed alle descrizioni di Elenco. Per gli stessi si richiama la seguente normativa:

- UNI EN 1341 - Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.  
UNI EN 1343 - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I manufatti dovranno avere carichi di rottura, in rapporto alle condizioni di impiego, non inferiori a quelli riportati nella Tab. 19. Tali carichi determineranno le classi di rottura.

- (87) Rocce sedimentaria chimica porosa composta di carbonati di calcio o di silice depositati dall'acqua (da distinguersi dal tufo vulcanico costituito da roccia piroclastica formata dal consolidamento di frammenti vulcanici con diametro inferiore a 64 mm e dal tufo granario costituito dal sedimento cementato di grani di quarzo, feldspato, frammenti di mica, ecc.).  
(88) Roccia metamorfica contenente più del 50% di carbonati (calcite o dolomite) formata per ricristallizzazione metamorfica di una roccia carbonatica. È costituito da minerali con durezza Mohs di 3+4, lucidabili a specchio.

I materiali dovranno essere imballati in modo da evitare qualunque danneggiamento da trasporto; sull'imballaggio o sulla bolla di consegna dovranno essere indicati: il nome petrografico e quello commerciale della pietra; il nome e l'indirizzo del fornitore; il nome e l'ubicazione della cava; il valore dichiarato delle classi di designazione della marcatura; il riferimento alla norma.

I materiali inoltre dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità di tipo 4. Con la marcatura CE dovranno essere fornite ancora le informazioni seguenti: forza di rottura; scivolosità (se pertinente); resistente allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

TAB. 19 - Lastre e cordoli di pietra naturale. Classi di resistenza a flessione

Classe	Carico di rottura (min) kN	Uso tipico
0	Nessun requisito	Decorazione
1	0,75	Lastre posate su malta, solo per aree pedonali
2	3,5	Aree pedonali a piste ciclabili. Giardini e balconate
3	6,0	Accesso occasionale di automobili, veicoli e motocicli Entrate di autorimesse
4	9,0	Aree pedonali, mercati occasionali utilizzati da veicoli per la consegne e veicoli di emergenza
5	14,0	Aree pedonali spesso utilizzate da autoveicoli pesanti
6	25,0	Vie e strade, stazioni di rifornimento

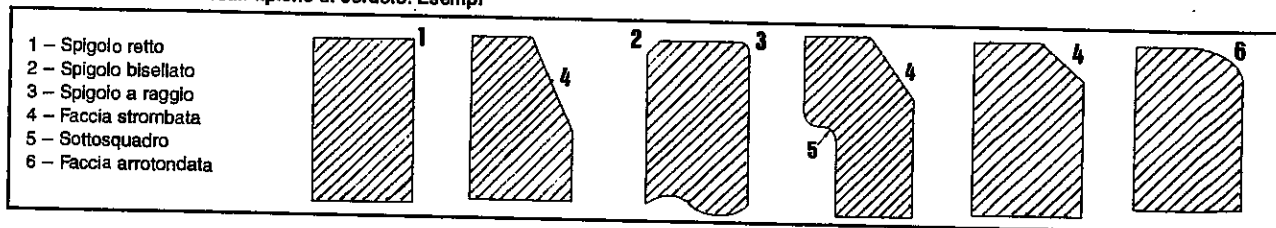
#### 42.10.1. Lastre di pietra naturale (89)

Avranno tolleranza in classe 2 nella dimensione del piano (designazione di marcatura P2) e sullo spessore (designazione T2) come da prospetti 1 e 3 della norma (90), resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) in classe 1 (v. prospetto 6 della norma). Saranno inoltre dichiarati dal produttore, ove richiesto: l'assorbimento di acqua (secondo EN 13755), l'eventuale trattamento superficiale chimico, la resistenza alla flessione, all'abrasione ed allo scivolamento. Per la descrizione petrografica si farà riferimento alla EN 12407.

#### 42.10.2. Cordoli di pietra naturale

Avranno finitura superficiale come da Elenco (tipi: fine, levigata, rustica, martellinata, meccanica a spacco, ecc.) (91) e tolleranza in classe 2 (v. prospetto 1 della norma). La resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) sarà in classe 1 (marcatura F1) secondo EN 12371. La lunghezza minima dei cordoli curvi, misurata sulla faccia esterna, dovrà essere pari a 500 mm; la sezione trasversale di combaciamento dovrà essere perfettamente radiale. Per il resto si rinvia al precedente punto 42.10.1.

FIG. 1 - Sezioni trasversali tipiche di cordolo. Esempi



#### 42.10.3. Bocchette di scarico

Potranno essere di tre tipi: A (a foro passante), B (a squarcio), C (a nicchia), con larghezza  $\times$  altezza di 12  $\times$  30 e 15  $\times$  27 (escluse per il tipo B) e di 25  $\times$  20 e 30  $\times$  25 (escluse per il tipo A); la lunghezza sarà compresa tra 70 + 90 cm.

Avranno inoltre la superficie di marcia e degli squarci lavorata a punta fine e lo stesso dicasi per quella anteriore (striscia con altezza di 18 cm); quella di giunto sbazzata in maniera tale da determinare in accostamento un intervallo non superiore ad 1 cm; quella posteriore è di posa grossolanamente sbazzata con striscia posteriore di spigolo, per una altezza di 3 cm, rifilata a squadra e lavorata a punta fine.

La tolleranza sarà di  $\pm 0,3$  cm sulla larghezza e di  $\pm 1,5$  cm sull'altezza.

#### 42.10.4. Risvolti

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 25 o 30 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente altezze di 20 o 25 cm e raggio di curvatura interno di 25 o 20 cm. La lavorazione delle superfici sarà effettuata come al precedente punto 36.7.1.

#### 42.10.5. Guide

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 15, 20 o 60 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente lunghezze non inferiori a 100, 120 e 120 cm (per graniti, sieniti, dioriti) ed a 60, 80 e 80 cm (per porfidi, trachiti, basalti). L'altezza sarà di 20 cm con tolleranza di  $\pm 1$  cm.

Avranno inoltre la superficie di marcia lavorata a punta media (se non diversamente prescritto), in modo da risultare piana ed a spigoli vivi, e quelle laterale e di giunto lavorate a scalpello nella parte superiore e grossolanamente sbazzate in quella inferiore in modo che tra i bordi di due guide, poste in piano ed accostate, esista un intervallo di giunto di larghezza non superiore ad 1 cm; la superficie di posa potrà essere grossolanamente sbazzata o greggia di frattura, purché con andamento parallelo alla superficie di marcia.

La tolleranza sarà di  $\pm 0,4$  cm sulla larghezza e di  $\pm 1$  cm sull'altezza.

(89) Per "lastra" deve intendersi qualsiasi unità di pietra naturale da pavimentazione nella quale la larghezza nominale sia superiore a 150 mm e, in generale, al doppio dello spessore.

(90) Tolleranza nella dimensione del piano  $\pm 2$  mm (bordi segati  $\leq 700$  mm);  $\pm 3$  mm (bordi segati  $> 700$  mm);  $\pm 10$  mm (bordi a spacco). Tolleranza sullo spessore:  $\pm 10\%$  (spessore  $\leq 30$  mm);  $\pm 3$  mm (spessore 30+60 mm);  $\pm 4$  mm (spessore  $> 60$  mm).

(91) Finiture superficiali: fine: trattamento della superficie che consente di ottenere un'e differenza massima di 0,5 mm tra picchi e depressioni (es. lucidature, levigature e taglio a piano di aegna o disco); rustica: Idem con una differenza maggiore di 2 mm tra picchi e depressioni (es. martellinatura, lavorazione meccanica, sabbiatura o fiammatura).



#### 42.10.6. Cubetti di pietra per pavimentazione

I cubetti da impiegare per le pavimentazioni, secondo apparecchiature ad arco o a corsi rettilinei, dovranno essere costituiti da porfidi, graniti, dioriti, basalti (eccezionalmente), ed in ogni modo da rocce di origine ignea particolarmente dure e tenaci, costituite da almeno due diversi minerali a differente usabilità, preferibilmente a grana non troppo fine.

In accordo alle norme CNR per i materiali stradali, Fasc. N. 5/1954 (per quanto non incompatibile con la norma di seguito riportata), i cubetti, se non diversamente disposto, dovranno presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, una all'usura non inferiore a 0,8 ed una all'urto di almeno 13 (v. art. 10 norme CNR). Inoltre dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce piane e, in generale, caratteristiche uniformi. Vale la norma:

**UNI EN 1342 - Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.**

Per quanto riguarda la tolleranza dimensionale, le dimensioni orizzontali e lo spessore, dovranno essere non superiori ai valori riportati nelle tabelle che seguono, se misurati in conformità all'Appendice A della superiore norma. Devono ritenersi valide in ogni caso, con riferimento anche alle Tab. 21 e 22, le prescrizioni più restrittive.

La resistenza al gelo/disgelo (prova EN 12371 con 48 cicli), se richiesta, dovrà definire il materiale in classe 1 (marcatura F1); inoltre il produttore dovrà dichiarare la resistenza all'abrasione, la resistenza alla scivolosità in assenza di lucidatura (USRV) e l'assorbimento d'acqua.

I cubetti dovranno essere dotati di conformità CE con sistema di attestazione del tipo 4. La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni generali: norme o marchio identificativo del fabbricante; ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura; uso previsto e descrizione del prodotto; resistenza a compressione (valore o classe dichiarato secondo UNI EN 1926); scivolosità (se pertinente); resistenza allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

I cubetti da impiegare nelle apparecchiature ad arco dovranno avere caratteristiche di forma e dimensioni corrispondenti a quelli della tabella 20 o diversamente prescritte. Ogni assortimento di cubetti non dovrà però essere costituito di elementi di dimensioni uguali, ma dovrà comprendere elementi di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso.

Per i cubetti da impiegarsi in corsi rettilinei dovranno invece aversi, negli assortimenti di cui alla tabella 23, solo elementi di dimensioni pressoché uguali, salvo le tolleranze previste.

Il massimo sottosquadro tollerabile per una faccia sarà di 1/8 della larghezza. In ogni caso, tanto per i cubetti per apparecchiature ad arco quanto per quelli da corsi rettilinei, gli elementi dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce sufficientemente piane e, in accostamento, giunti di larghezza non superiore a 0,5 cm per le pezzature da 4 a 8 cm ed a 1 cm per quelle superiori.

Salvo diverse disposizioni, per la fornitura dovranno essere approvvigionati cubetti di caratteristiche uniformi, ivi compreso il colore.

**TAB. 20 - Cubetti di pietra per apparecchiature ad arco. Assortimenti**

DESIGNAZIONE	Faccia superiore cubetto Differenza fra spigoli max cm	Altezza cubetti (tolleranze) cm	Massa specifica (100 elementi) (porfidi A. Adige) kg
4/6	0,6	5,0 (± 1,5)	31
6/8	1,0	7,0 (± 1,5)	84
7/10	1,0	8,5 (± 2,0)	150
9/12	1,0	10,5 (± 2,0)	284
11/14	1,2	12,5 (± 2,0)	479
12/16	1,2	14,0 (± 2,5)	873

**TAB. 21 - Cubetti di pietra. Tolleranze sulle dimensioni planari nominali**

Tra due facce a spacco	± 15 mm
Tra una faccia lavorata e una a spacco	± 10 mm
Tra due facce lavorate	± 5 mm

**TAB. 22 - Cubetti di pietra. Tolleranze sullo spessore nominale**

Sigla di marcatura	Classe 1	Classe 2
	T1	T2
Tra due facce a spacco	± 30 mm	± 15 mm
Tra una faccia lavorata e una a spacco	± 30 mm	± 10 mm
Tra due facce lavorate	± 30 mm	± 5 mm

**TAB. 23 - Cubetti di pietra per corsi rettilinei. Assortimenti**

DESIGNAZIONE	Faccia superiore cubetto Differenza fra spigoli max cm.	Altezza cubetti (tolleranze) cm.
8/10	1,0	9,5 (± 1,0)
10/11	1,0	10,5 (± 1,0)
11/12	1,0	11,5 (± 1,0)
12/13	1,0	12,5 (± 1,0)

### Art. 43

#### CALCI - POZZOLANE - LEGANTI IDRAULICI

##### 43.1. CALCI

##### 43.1.0. Generalità

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

**UNI EN 459-1 - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.**

**UNI EN 459-2 - Calci da costruzione. Metodi di prova.**

La distinzione sarà fatta in *calci aeree* [vive (Q), idrate (S1), semi-idrate (S2), calciche (Cl), dolomitiche (DL) idrate e semi-idrate] e *calci idrauliche* [naturali (NHL), naturali con materiali aggiunti (Z) e miscelate (HL)]. Le calci aeree saranno classificate in base al loro contenuto di (CaO + MgO), mentre quelle idrauliche in base alla loro resistenza a compressione in MPa. Per i requisiti fisici sarà fatto riferimento al prospetto 5 della UNI EN 459-1.

### 43.1.1. Calce viva (92)

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

### 43.1.2. Calce idrata in polvere (93)

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

### 43.1.3. Marcatura ed etichettatura

Le calce da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

### 43.2. POZZOLANA

Dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332/1 per malte in generale e 0,5 UNI 2332/1 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata. Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica".

### 43.3. LEGANTI IDRAULICI

#### 43.3.0. Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate:

UNI EN 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

UNI EN 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

#### 43.3.1. Denominazione dei tipi

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla UNI EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento così definiti: CEM I (cemento Portland); CEM II (cemento Portland composito); CEM III (cemento d'alto forno); CEM IV (cemento pozzolanico); CEM V (cemento composito). La denominazione comprenderà: il tipo di cemento, il riferimento alla norma, la sigla del tipo, la classe di resistenza e la resistenza iniziale (N, ordinaria; R, elevata) (94).

#### 43.3.2. Resistenze meccaniche e tempi di presa

I cementi precedentemente elencati, saggianti su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate nella norma UNI EN 196-1, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella Tabella 24.

#### 43.3.3. Modalità di fornitura

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio iden-

TAB. 24 - Cementi. Resistenze meccaniche e tempi di presa

CLASSE	Resistenza alla compressione N/mm <sup>2</sup>				Tempo di inizio presa minuti
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata		
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		
32,5 N	-	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10	-	≥ 52,5	-	≥ 45
42,5 R	≥ 20	-	-	-	-
52,5 N	≥ 20	-	-	-	-
52,5 R	≥ 30	-	-	-	-

(92) Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

(93) La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (fatta di calce).

(94) Esempi di denominazione: Cemento portland EN 197-1 - CEM 142,5 R; Cemento portland al calcare EN 197-1 - CEM 11/A 32,5 N.

tificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori* e dal *Registro dei getti*.

#### 43.3.4. **Prelievo dei campioni**

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.

Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 o frazione.

#### 43.3.5. **Conservazione**

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

#### 43.3.6. **Particolari prescrizioni e impieghi**

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista. Si richiamano le norme UNI 9156 (cemento resistenti ai solfati) ed UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni o acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

### 43.4. **ADDITIVI**

#### 43.4.1. **Additivi per calcestruzzi**

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

**UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.**

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

#### 43.4.2. **Additivi per malte**

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.

## Art. 44

### MATERIALI LATERIZI

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio), purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere, per quanto non in contrasto con le specifiche norme armonizzate emanate in sede europea, alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" approvate con R.D. n. 2233/1939.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini, calcinelli ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco e al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio o comunque sali solubili; avere forma geometrica precisa e infine, un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO<sub>3</sub> sia ≤ 0,05%.

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte all'adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Quando impiegati nelle murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 settembre 2005 relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", con particolare riferimento ai paragrafi 5.4 e 11.9.1 delle stesse norme.

Art. 45  
**MATERIALI CERAMICI**

Formati con un impasto il cui ingrediente fondamentale è l'argilla (bianca o naturalmente colorata), saranno distinti secondo la Tabella 25.

**45.1. GRÈS ORDINARI**

**45.1.0. Generalità**

Materiali ottenuti da argille plastiche naturali, ferruginose, eventualmente con aggiunta di silice o argilla refrattaria, cotti a temperatura tra 1000 e 1400 °C e ricoperti o meno da vetrina, dovranno presentare, nella pasta di colore rosso o bruno: 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 inoltre essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni e la vetrificazione dovrà presentarsi omogenea, continua e con assenza di opacità.

TAB. 25 - Materiali ceramici. Nomenclatura classificazione

MATERIALI	PASTA COLORATA	PASTA BIANCA
A pasta porosa	Terrecotte Faenze Maioliche	Terraglie
A pasta compatta	Grès	Porcellane

**45.1.1. Tubi**

Dovranno essere forniti sempre di prima scelta, con una tolleranza massima dell'1% nella ovalizzazione e dello 0,5% nello scostamento dalla rettilineità. Per quanto riguarda invece la tolleranza sulla lunghezza e sul diametro nominale si rimanda al successivo punto 45.2.1.

**45.1.2. Piastrelle per pavimenti**

Formate con argille comuni e cotte a 1000 ÷ 1150 °C fino ad ottenere una buona reificazione, presenteranno un coefficiente di abrasione (al tribometro) non superiore a 4 mm, una resistenza a flessione non inferiore a 20 N/mm<sup>2</sup> ed una assoluta impermeabilità per 24 ore, sotto una colonna d'acqua di 50 mm. Per le piastrelle di ceramica comunque, siano esse destinate a pavimenti o a rivestimenti, dovrà farsi riferimento alla norma UNI EN 14411.

**45.2. GRÈS CERAMICI**

**45.2.0 Generalità**

Materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperature di 1220 ÷ 1400 °C e rivestite totalmente o parzialmente da una copertura vetrificata (vetrina) ottenuta mediante reazioni chimico-fisiche fra le sostanze di apporto (esclusivamente o prevalentemente a base di silicati) e le argille costituenti il grès, presenteranno pasta di colore bianco e giallognolo e rosso o di diverso colore ottenuto con ossidi metallici, elevata durezza (non inferiore al 7° posto della scala di Mohs), perfetta impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a 250 N/mm<sup>2</sup>.

I controlli di cantiere accerteranno la forma e le dimensioni dei pezzi, la regolarità delle superfici e dei rivestimenti, la sonorità, l'assenza di deformazioni di cottura, la durezza.

**45.2.1. Prodotti di grès ceramico per fognature**

Sia le tubazioni che i pezzi speciali, i fondi fogna e le mattonelle dovranno presentare impasto omogeneo compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, suono metallico, colore uniforme, ottima cottura; dovranno inoltre portare impresso, in maniera leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, l'anno di fabbricazione e, per le tubazioni, il diametro nominale.

Per le caratteristiche, le specificazioni e le prove di accettazione si farà riferimento alle seguenti UNI:

UNI 9459	- Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi - Caratteristiche e prove.
UNI EN 295/1	- Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Specificazioni
UNI EN 295/2	- Idem - Controllo della qualità e campionamento
UNI EN 295/3	- Idem - Metodi di prova
UNI EN 295/7	- Idem - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di grès per tubazioni con posa a spinta.

Dovrà osservarsi inoltre in particolare:

*a) - Mattoni, mattonelle e fondi fogna*

Non devono presentare danni o difetti tali da pregiudicare l'impiego, avere dimensioni e forme come alla UNI citata, perdita in massa non superiore allo 0,25% (prova 7.3 UNI 9459), resistenza all'abrasione non inferiore allo 0,8 (prova 7.4) e resistenza meccanica a flessione non inferiore a 200 kg/cm (prova 7.5).

*b) - Tubi*

Avranno diametri nominali conformi alla Tabella 26 che riporta anche i massimi scostamenti negativi ammessi. Per quanto riguarda la rettilineità, lo scostamento sarà non superiore a 6 mm/m per diametri inferiori a DN 150, a 5 mm/m per diametri non superiori a DN 150 ed a 4 mm/m per diametri superiori. La tolleranza sulla lunghezza nominale dei tubi dovrà essere contenuta entro i limiti del -1/ + 4%, con un minimo ammesso pari a ±10 mm.

Gli angoli preferenziali delle curve saranno di 11,25° - 15° - 22,5° - 30° - 45° - 90°. I valori della resistenza allo schiacciamento, misurati in kN/m come al punto 4, della UNI EN 295/3 non dovranno essere inferiori alle misure riportate nei prospetti IV e V della UNI EN 295/1 che prevedono 3 classi per DN 100 e 150 e 4 classi per DN da 200 a 1200 (classe L, leggera, per DN ≥ 600; classe 95 per DN 400+1000; classe 120 per DN 200+800; classe 160 per DN 32+80; classe 200 per DN 40+350).

Per quanto riguarda la tenuta all'acqua, la relativa prova, da eseguirsi secondo il punto 9 della UNI EN 295/3, dovrà richiedere aggiunte di acqua eventualmente necessarie per mantenere costante la pressione al valore di 50 kPa (0,5 bar), non superiori alla quantità di 0,07 l/m<sup>2</sup> di superficie interna del tubo, con assoluta assenza di segni di fuoriuscite. I sistemi di giunzione dovranno essere conformi a quanto specificato al punto 3 della UNI EN 295/1. Nel caso di guarnizioni ad anello gomma dovranno essere rispettate le specifiche ISO/DIS 4633; per guarnizioni solidali coi tubi si darà corso alla prova di resistenza all'ozono di cui al punto 14 della UNI EN 295/3. Gli elementi di tenuta in poliuretano (95), sottoposti alla prova di cui al punto 15 della norma citata, dovranno soddisfare i limiti di cui al prospetto VII della UNI EN 295/1 (96).

Gli elementi costituenti la giunzione dovranno consentire una tenuta perfettamente stagna fino ad una pressione (interna ed esterna) di 50 kPa; inoltre, e per almeno 5 min., tale tenuta dovrà essere mantenuta anche con deviazioni d'asse di 80 mm/m per DN 100÷200, di 30 mm/m per DN 225÷500, di 20 mm/m per DN 600÷800 e di 10 mm/m per DN maggiori di 800.

TAE. 26 - Prodotti di grès ceramico per fognature. Tubi

Diametri nominali DN	Scostamenti max. negativi
100	4 mm
150	4 "
200	5 "
225	6 "
250	6 "
300	7 "
350	9 "
400	10 "
450	11 "
500	13 "
600	15 "
700	18 "
800	20 "
1000	25 "
1200	30 "

#### 45.3. CLINCKER

Materiale ottenuto da argille limose (del tipo argille da grès) mediante cottura fino a sinterizzazione, dovrà essere esente da calce, gesso e sostanze comunque alterabili per azione dell'acqua.

I mattoni dovranno essere immuni da squamature, cavità, fenditure, scheggiature ed avere superfici lisce e piate. Dovranno inoltre rispettare le norme DIN 4051 e presentare i seguenti requisiti: tolleranza sulle misure  $\pm 3\%$ , peso specifico 1,8 kg/dm<sup>3</sup>, resistenza a compressione non inferiore a 35 N/mm<sup>2</sup>, porosità non superiore al 7%, perdita in peso per attacco acido non superiore all'8%.

Nell'impiego per il rivestimento di condotti fognanti per acque nere (di norma per diametri superiori a 100 cm) i mattoni dovranno essere applicati con esclusione di malta cementizia; dovrà ricorrersi pertanto all'uso di malte speciali, a base di sostanze bituminose o di resine organiche anticorrosive.

### Art. 46

## MATERIALI FERROSI - PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA

#### 46.0. GENERALITÀ

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa).

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (97) (98) (99).

#### 46.0.1. Designazione e classificazione - Qualificazione

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio
- UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.
- UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.
- UNI EN 1563 - Fonderia. Gatti di ghisa a grafita sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

#### 46.0.2. Identificazione dei prodotti qualificati

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità (100).

- (95) Tali elementi saranno di norma costituiti da mescole a base di resine poliuretatiche, colate ad anello attorno alle punte ed all'interno dei bicchiere dei tubi a pezzi speciali, e polimerizzate in aderenza (v. UNI EN 661-4).
- (96) Nei caso di mescole poliuretatiche, avranno durezza Shore A compresa tra 62 e 72, carico di rottura a trazione superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>, allungamento a rottura almeno del 90%.
- (97) Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise definite dalla UNI 7856.
- (98) Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.
- (99) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal O.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente articolo al paragrafo 11.3.
- (100) Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciate dal Direttore dei lavori.

### 46.0.3. Prove e certificazioni

Per le prove dei materiali sarà fatto in genere riferimento alle UNI EN ISO 377 (Prelievo e preparazione dei saggi), alla UNI 10002/1 (Prova di trazione), alla UNI 558 (Prova di compressione), alla UNI 559 (Prova di flessione), alle UNI EN ISO 6506 e 6507 (Prove di durezza) e alla UNI EN ISO 7438 (Prova di piegamento).

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato dal laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure lo stesso non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il S.T.C., le certificazioni emesse dal laboratorio saranno prive di valenza e il materiale non potrà essere utilizzato (101).

### 46.0.4. Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

## 46.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

### 46.1.0. Generalità

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I controlli in cantiere (o nei luoghi di lavorazione) sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 (102) delle norme, in ragione di tre spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli dovranno essere estesi agli altri diametri della partita. I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto da utilizzare provenga da un centro di trasformazione (o luogo di lavorazione) delle barre nel quale siano stati effettuati tutti i controlli prescritti. In questo caso la spedizione del materiale dovrà essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove secondo norma.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche" e qui riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

#### 46.1.1. Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ( $f_y \text{ nom.}$ ) di 450 N/mm<sup>2</sup> e di rottura ( $f_t \text{ nom.}$ ) di 540 N/mm<sup>2</sup>, dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.2 delle norme tecniche, parzialmente riprodotta a fianco (Tab. 28).

#### 46.1.2. Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.II e qui riprodotta parzialmente (Tab. 29).

#### 46.1.3. Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm (103). Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

TAB. 27 - Barre per c.a. ordinario. Valori limite di accettazione

Caratteristiche	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	(450x(1,25-0,02)) N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 5,0%	per acciai laminati a caldo
Agt minimo	≥ 1,0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1,11 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

TAB. 28 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristica
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	≥ $f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	≥ $f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,13
	≤ 1,35
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7%

TAB. 29 - Acciaio per c.a. trafilato a freddo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	≥ $f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	≥ $f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,05
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 3%

(101) In tal caso il laboratorio incaricato informerà il Servizio Tecnico Centrale del LL.PP.

(102) Diametro barre compreso tra 5 e 32 mm; Diametro barre maggiori di 32 mm; Diametro rotoli fino a 16 mm. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marcatura differenziata.

(103) Per barra con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

#### 46.1.4. Accertamento delle proprietà meccaniche

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

#### 46.1.5. Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

#### 46.1.6. Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III delle norme tecniche.

#### 46.1.7. Centri di trasformazione

I Centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.2.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine.

I Centri di trasformazione, identificati agli effetti della normativa cui si fa riferimento quali "luoghi di lavorazione", sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di cui al punto 11.2.2.10.3 della stessa normativa. L'esecuzione delle prove presso tali centri non esclude comunque che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere eventuali ulteriori controlli, se ritenuti opportuni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio dovranno essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

### 46.2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

#### 46.2.0. Generalità

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni (104). Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* della Direttiva 89/106/CEE (105).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione di prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno osservarsi le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045-1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

**UNI EN 10025-1** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

**UNI EN 10210-1** - Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10219-1** - Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

I controlli di cantiere sono obbligatori. Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno due sugli spessori massimo e minimo. I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle norme della serie UNI EN 10025 ovvero della tabella più avanti riportata per i profilati cavi, per quanto concerne l'allungamento e la resistenza, nonché le norme superiormente richiamate per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura ( $R_m$ ) non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari (v. ad es. Tab. 30 per i prodotti di cui alla norma UNI EN 10025-2).

Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei lavori (o di tecnico di sua fiducia) che dovrà validare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i campioni inviati in laboratorio per le prove richieste.

Per la particolare procedura, per le caratteristiche delle certificazioni rilasciate e per gli ulteriori controlli d'obbligo da parte dei laboratori di prova, si rinvia comunque al punto 11.2.4.8.3 delle norme tecniche.

**TAB. 30 - Prodotti piani e lunghi di acciaio non legato UNI EN 10025-2. Carichi unitari di rottura a trazione**

DESIGNAZIONE Secondo EN 10027-1 (106)	Carico unitario di rottura a trazione $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )				
	Spessore nominale in mm				
	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	-
S235J0	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	-
S235J2	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	330 - 480
S275JR	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	-
S275J0	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	-
S275J2	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	330 - 540
S355JR	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	-
S355J0	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	-
S355J2	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	450 - 600
S355K2	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	450 - 600
S450J0*	-	550 - 720	530 - 700	-	-

\* Applicabile solo per prodotti lunghi.

(104) Come più volte riportato nel corso del presente testo, il D.M. 14/9/2005 esplica la sua validità fino al 30 giugno 2009. Ad esso è stato ora affiancato il D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sostitutivo del precedente, dal titolo: "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni". Tali norme trattano la materia di cui al presente punto al paragrafo 11.3.4.

(105) Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.).

(106) Per gli acciai designati in tabella il simbolo "S" indica gli acciai per impieghi strutturali, il numero indica il carico unitario di snervamento minimo prescritto, in N/mm<sup>2</sup>, e gli ulteriori simboli indicano caratteristiche aggiuntive secondo la Circolare d'informazione CI 10 dell'ECISS.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di 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.

#### 46.2.1. Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1+6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme tecniche".

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2+6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche (107).

#### 46.2.2. Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele); UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

#### 46.2.3. Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2. Il produttore dovrà dichiarare le caratteristiche tecniche come al precedente punto 46.3.1.

### 46.3. LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10029 - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore  $\geq 3$  mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

#### 46.3.1. Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

#### 46.3.2. Lamiere gregate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere da impiegarsi nei manti di copertura, a 0,7 mm per quelle da impiegarsi nei solai con soletta collaborante ed a 0,8 mm per i solai a secco. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al  $\pm 10\%$ . Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle "Norme tecniche".

### 46.4. LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI

#### 46.4.0. Generalità

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

La finitura del rivestimento potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a stellatura normale (N) o ridotta (M) l'aspetto della superficie potrà essere normale (A), migliorato (B) o di qualità superiore (C), quest'ultimo ottenuto mediante laminazione a freddo (skin-passatura) (108). In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati all'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

(107) Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.

(108) La finitura a stellatura ridotta e la superficie di qualità superiore saranno particolarmente richieste per i laminati zincati da sottoporre a successive operazioni di profilatura e/o di verniciatura.



#### 46.4.1. Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata, quali coperture, rivestimenti, serrande, serbatoi di acqua, barriere di sicurezza, funi, lamiere ondulate, ecc., dovrà essere impiegata lamiera trattata secondo il procedimento di zincatura in continuo, consentendo lo stesso, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio di base e la formazione di uno strato ferro-zinco molto sottile ed uniforme (109).

La zincatura Z 450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura  $\leq$  Z 140.

TAB. 31 - Lamiere zincate a caldo. Tipologia degli strati di zincatura

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m <sup>2</sup> )	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 140	140	135
Z 100	100	90

#### 46.4.2. Manufatti tubolari per tombini

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastrati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147, con contenuto in rame compreso tra 0,20 ÷ 0,40% e spessore minimo di 1,5 mm.

I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali (spessore 1,5 mm) ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo (1,5 kg/m<sup>2</sup>).

Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Salvo diversa specifica, per i vari tipi di tubolari si prescrive in particolare:

- a) - *Manufatti ad elementi incastrati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m.  
Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni, ondulate, curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad incastro, il bordo dell'altro elemento.  
Le sezioni impiegabili saranno: la circolare, con diametro variabile da 0,30 ad 1,50 m (che potrà essere richiesta con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro) e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 m e luce massima di 1,75 m.
- b) - *Manufatti ad elementi imbullonati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate, curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.  
Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 0,60 a 2,00 m, e le policentriche ribassate, con luce minima di 0,70 m e luce massima di 2,20 m.
- c) - *Manufatti a piastre multiple per tombini e sottopassi*: avranno ampiezza d'onda di 152,4 mm, profondità di 50,8 mm e raggio della curva interna della gola di almeno 28,6 mm. Gli elementi dovranno essere inoltre in misura tale da fornire, montati in opera, un vano di lunghezza multipla di 0,61 m. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice, essere del pari zincati, ed appartenere alla classe 8G (norme UNI 3740).  
Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 1,50 a 6,40 m (che potranno essere richieste con una preformazione ellittica massima del 5%) le ribassate, con luce variabile da 1,80 a 6,50 m; quelle ad arco, con luce variabile da 1,80 a 9,00 m e le policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 a 7,00 m.

#### 46.4.3. Manufatti tubolari per drenaggi

Avranno struttura portante costituita di lamiera di acciaio con profilatura ondulata, del tipo elicoidale continua, con onda di ampiezza 38 mm e profondità 6,35 mm. La lamiera avrà spessore non inferiore ad 1,2 mm, carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetta su entrambe le facce con strato di zincatura, eseguita secondo il processo Sendzimir, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

I tubi avranno di norma diametro di 15 ÷ 20 ÷ 25 cm (secondo ordinazione), dovranno potersi collegare a mezzo di particolari piastre di giunzione di uguale ondulazione ed inoltre dovranno essere corredati di pezzi speciali (a gomito, a T, a Y, a croce, ecc.) per le varie esigenze e composizioni di montaggio.

Per l'azione di drenaggio sui tubi saranno praticati fori di diametro non superiore a 10 mm, distribuiti in due doppie serie longitudinali, ogni doppia serie collocandosi nella mezzeria inferiore dei tubi a cavallo delle generatrici angolate di 120° rispetto alla verticale.

#### 46.4.4. Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti metallici

Le barriere ed i parapetti metallici dovranno avere caratteristiche tali da resistere agli urti dei veicoli, sotto qualunque angolo di incidenza, e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualunque punto. In particolare per quanto non incompatibile con i successivi provvedimenti, dovranno rispettare le norme e le disposizioni di cui al "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" adottato con con D.M. 18 febbraio 1992, poi modificato ed integrato con DD.MM. 15 ottobre 1996, 3 giugno 1998 e 11 giugno 1999 ed infine con D.M. Infr. e Trasp. 21 giugno 2004 recante l'"Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove" in recepimento delle norme UNI EN 1317-1-2-3.

(109) Nella relazione Zn-Fe si formano diverse fasi di lega (gamma, delta, zeta, eta), per uno spessore di 70-100 micron, a diversa durezza Vickers, l'ultima fase essendo costituita al 100% da zinco.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera dovranno essere di acciaio di qualità non inferiore a S235 JR (UNI EN 10027-1), zincato a caldo con quantità di zinco non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia (Z 600) ed avere le seguenti caratteristiche minime (con eccezione per i tipi di classe N1 e N2):

- **Nastro:** spessore non inferiore a 2,5 mm, profilo a doppia o tripla onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm.
- **Paletti di sostegno:** profilo a "C" di dimensioni non inferiori a 80 × 120 × 80 mm, spessore non inferiore a 5 mm, lunghezza non inferiore a 1700 mm.
- **Distanziatori:** profili secondo omologazione, spessore non inferiore a 3 mm.
- **Bulloneria:** a testa tonda e ad alta resistenza.

I parapetti avranno spessore dei montanti non inferiore a 6 mm, distanziatori ad anima rinforzata con nervature e tubo corrimano con diametro esterno non inferiore a 48 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm. In ogni caso dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al punto 6.2.3.10 delle "norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. del 14 settembre 2005.

Le barriere saranno classificate in base al "Livello di contenimento" come definito all'art. 4 delle "Istruzioni Tecniche" di cui all'Allegato al decreto del 1998. Per i vari tipi di strade, come da vigenti norme del CNR ed in rapporto al tipo di traffico, come definito all'art. 7 dell'"Istruzioni", la classe delle barriere da impiegarsi dovrà essere non inferiore a quelle riportate nella Tab. 32.

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi dovranno corrispondere ad un "indice ASI" (110) minore od uguale ad 1; sarà ammesso un indice fino ad 1, 4, per le barriere ed i dispositivi destinati ad usi particolarmente pericolosi (v. Prospetto 3 della UNI EN 1317-2).

Le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione". L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo) (111).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'"eseguito" alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione. Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a secondo dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro (112) (113).

#### 46.4.5. Manufatti per graticciate

Saranno di norma costituiti di elementi prefabbricati in lamiera ondulata, zincata e forata, di dimensioni 2,10 × 0,31 m, spessore 1,25 mm, con ondulazione di 38 mm di ampiezza e 6,3 mm di profondità. La foratura sarà obliqua rispetto alla verticale (con angolo di 25°) e composta di fori di 9 mm di diametro.

I paletti di sostegno saranno altresì in lamiera di acciaio zincata, piegata a freddo, con sezione ad "U" di 40 × 50 mm, spessore 2 mm ed altezza di 1 + 1,30 m.

#### 46.5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO

Per i prodotti di acciaio rivestiti per immersione a caldo in discontinuo dovrà essere osservata la norma:

**UNI EN ISO 1461** - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

Lo spessore medio del rivestimento, per campioni non centrifugati dovrà essere non inferiore ai valori riportati nella presente tabella. Per l'accettazione, le superfici degli articoli dovranno risultare esenti da noduli, rugosità, parti taglienti ed aree non rivestite. Inoltre ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato di conformità che faccia espresso riferimento alla norma superiormente riportata.

**TAB. 33 - Prodotti di acciaio zincati per immersione a caldo. Spessori minimi del rivestimento medio**

Articolo e suo spessore	Spessore medio del rivestimento (minimo) µm
Acciaio ≥ 6 mm	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a 6 mm	7D
Acciaio ≥ 1,5 mm fino a 3 mm	55

**TAB. 34 - Acciaio zincato. Corrispondenza tra spessore e peso del rivestimento**

Spessore (micron)	5	1D	20	30	4D	47	50	60	64	7D	76	80	85	90	97	100	139	150	208
Peso (g/m <sup>2</sup> )	36	72	144	216	288	335	360	432	458	504	549	596	61D	648	7D2	72D	1000	1080	1500

(11D) L'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) è definito all'art. 4 dell'Allegato al D.M. 3 giugno 1998 come modificato dal D.M. 14 giugno 1999.

(111) Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificabili attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 m) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore.

(112) In osservanza della Circolare Min. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti alla sicurezza della circolazione stradale" le barriere dovranno essere prodotte da Azienda specializzata e certificata ai sensi delle norme EN ISO 9001 e 9002.

(113) Si richiama la Determinazione dell'Autorità di Vigilanza sui LL.PP. 24 maggio 2001, n. 13 (G.U. n. 147/2001).

## 46.6. ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle classifiche e prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10088-1** - Acciai inossidabili. Lista.

**UNI EN 10088-2** - Condizioni tecniche di fornitura della lamiera e dei nastri per impieghi generali.

Oltre alla classificazione UNI EN verrà anche usata abitualmente la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta a fianco una tabella di approssimativa corrispondenza.

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027/1, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica dove "X" sta per acciaio legato, il primo numero indica la percentuale di carbonio ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega, in %.

**TAB. 35 - Acciai Inossidabili AISI ed UNI. Tabella di corrispondenza approssimativa**

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI
Serie 300	301	x 1 2 Cr Ni 17 07
	302	x 10 Cr Ni 18 09
	304	x 5 Cr Ni 18 10
	316	x 5 Cr Ni Mo 17 12
Serie 400	430	x 8 Cr 17
	409L	x 2 Cr Ti 12

## 46.7. TUBI DI ACCIAIO

## 46.7.0. Generalità

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alle normative generali di unificazione di seguito riportate:

**UNI EN 10216-1** - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

**UNI EN 10217-1** - idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicare l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

## 46.7.1. Tubi di acciaio per impiantistica - Tubi zincati

Già commercialmente definiti "tubi gas", potranno essere impiegati, secondo prescrizione, nelle normali installazioni per condutture di acqua calda e fredda, impianti di riscaldamento, ecc. I tubi potranno essere senza saldatura o saldati e dovranno rispondere alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10255** - Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura ed alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10240** - Rivestimenti protettivi Interni o esterni per tubi di acciaio. Prescrizioni per rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

Il materiale sarà costituito di acciaio del tipo S195 T con carico unitario di rottura a trazione "Rm" di 320÷520 Mpa (N/mm<sup>2</sup>) ed allungamento minimo del 20%. Le tolleranze sulle masse e sugli spessori delle pareti saranno conformi ai valori riportati nella superiore norma.

## 46.7.2. Tubi per condotte

Saranno costituiti da acciaio non legato, classificato secondo EN 10020 e potranno essere senza saldatura o saldati (114); in tutti i casi dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione (115):

**UNI EN 10224** - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10311** - Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua ed altri liquidi acquosi.

La designazione dell'acciaio adoperato sarà costituita dal numero della superiore norma o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-1 (116) e al CR 10260 o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-2.

L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate nella Tabella 36. Per i diametri esterni e gli spessori ad essi correlati, si farà riferimento alla Tab. 21.

**TAB. 36 - Tubi di acciaio per condotte. Caratteristiche meccaniche**

QUALITÀ DI ACCIAIO	PROVA DI TRAZIONE				
	Carico unitario di rottura Rm (Mpa)	Carico unitario di snervamento		Allungamento long. trasv. %	
		T ≤ 16 mm	T > 16 mm		
		Re (Mpa)			
L 235	360 - 500	235	225	25	23
L 275	430 - 570	275	265	21	19
L 355	500 - 650	355	345	21	19

I tubi ed i raccordi dovranno essere privi di difetti superficiali interni ed esterni che possano essere rilevati da un esame visivo; ove presenti, tali difetti dovranno poter essere riparabili, a meno che non incidano negativamente sullo spessore minimo prescritto. Le saldature di tutti i tubi e raccordi dovranno dimostrarsi integre (v. requisiti di cui ai punti 10.4 e 10.5 della norma). I tubi inoltre non dovranno scostarsi dalla rettilineità di più dello 0,2% della lunghezza totale misurata al centro dello spezzone di tubo.

(114) Processi di fabbricazione: senza saldatura (S); con saldatura testa a testa (BW); con saldatura elettrica (EW); con saldatura ad arco sommerso (SAW). Le saldature dei tubi saldati testa a testa dovranno essere longitudinali, mentre la altra potranno essere longitudinali o elicoidali. La zona di saldatura dei tubi saldati elettricamente dovrà essere sottoposta a trattamento termico.

(115) La norma è valida per dimensioni trasversali dai tubi da 26,9 mm a 2743 mm.

(116) La designazione simbolica dell'acciaio è costituita dalla lettera maiuscola L (tubi per condotte) e dal carico unitario di snervamento minimo in MPa (N/mm<sup>2</sup>).

Con riguardo alle tolleranze sui diametri, queste saranno: per i tubi senza saldatura,  $\pm 1\%$  del diametro, con un minimo di  $\pm 0,5$  mm; per i tubi del tipo BW (saldati testa a testa) e del tipo EW (saldati elettricamente),  $\pm 1\%$  del diametro, con un minimo di  $\pm 0,5$  mm (per  $De \leq 219,1$  mm) e  $0,75\%$  del diametro, con  $De > 219,1$  mm; per i tubi saldati ad arco sommerso,  $\pm 0,75\%$  del diametro, con un massimo di  $\pm 6$  mm per diametri fino a 2032 mm compresi.

Tutte le prove e le riprove relative alla verifica dell'idoneità dei tubi dovranno essere eseguite presso lo stabilimento produttore ed in conformità alla UNI EN 10224. Tali prove, che l'Amministrazione appaltante potrà richiedere eseguite in presenza di un proprio rappresentante, saranno:

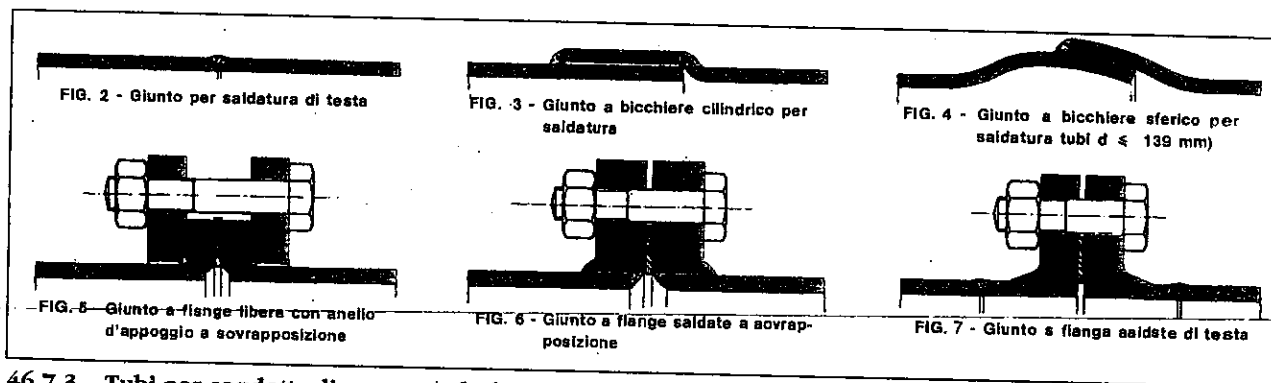
- Prova di tenuta alla pressione idraulica interna (prova idrostatica):** sarà eseguita ad una pressione di prova di 70 bar ovvero, secondo specifica, in base ad una delle due opzioni previste al punto 10.3.2 della norma; la durata della prova dovrà essere non inferiore a 10 secondi. Ove il controllo sia di tipo elettromagnetico, il riferimento sarà fatto alla norma EN 10246-1.
- Prova di trazione:** sarà eseguita in conformità alla EN 10002-1 con la determinazione dei seguenti parametri: resistenza a trazione  $R_m$ , carico unitario di snervamento superiore  $ReH$  e l'allungamento percentuale dopo rottura (v. UNI EN 10224, punto 10.2.1).
- Prova di schiacciamento:** sarà eseguita in conformità alla norma EN 10234.
- Controllo non distruttivo delle saldature:** da effettuarsi sull'intera lunghezza delle saldature con metodi ultrasonici, elettromagnetici, radiografici, ecc., sarà eseguito con riferimento alla normativa richiamata al punto 10.4 della norma.

I tubi ed i raccordi potranno essere forniti a nudo o con protezione temporanea di fabbrica o rivestiti internamente ed esternamente secondo prescrizione: i rivestimenti interni potranno essere di malta di cemento, di tipo epossidico, termoplastico o zincato a caldo; quelli esterni di tipo bituminoso (diversamente armato), catramoso, epossidico, polipropilenico o zincato a caldo. Per la relativa normativa si farà riferimento alle EN 10288, 10240, 10289, 10290, 10298, 10310, EN ISO 1461.

Ogni tubo e raccordo dovrà essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni: norme o marchio di identificazione del fabbricante; riferimento alla norma; designazione dell'acciaio; sigla (S e W) secondo che sia senza saldatura o saldato. La marcatura del tubo dovrà iniziare non oltre 300 mm da un'estremità.

I giunti saranno, secondo prescrizione, in uno dei tipi previsti dall'Appendice C della norma: a *bicchiere* da saldare (cilindrico o parallelo, conico o sferico), a *collare* da saldare, a *flange* nei vari tipi riportati in figura, a *manicotto scorrevole* (tipo Gibault), ad *innesto rapido con guarnizione* o ancora di tipo *speciale*. Per le guarnizioni sarà fatto riferimento alla norma UNI EN 10311 (117).

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno essere marcati CE in conformità delle disposizioni dell'Appendice ZA della norma UNI EN 10224.



#### 46.7.3. Tubi per condotte di gas naturale (metanodotti)

Dovranno essere costituiti con acciaio di qualità ottenuto al forno elettrico o al forno Martin Siemens calmato e potranno essere con o senza saldatura longitudinale. Se saldati, la saldatura dovrà essere eseguita a macchina con procedimento elettrico a scintillio od a resistenza o automatico ad arco sommerso ovvero con procedimento in continuo.

In ogni caso dovranno risultare conformi alle norme e prescrizioni di seguito riportate (118) (119):

UNI EN 10208-1 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Classe A.

UNI EN 10208-2 - Idem. Tubi della classe B.

D.M. 24 nov. 1984 - Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

(117) La produzione corrente prevede l'impiego del giunto a bicchiere cilindrico per saldatura per  $\varnothing \leq 139,7$  mm, del giunto a bicchiere sferico per  $\varnothing > 139,7$  mm e del giunto per saldatura di testa su richiesta.

(118) Le norme delle UNI EN 10208 devono ritenersi prevalenti rispetto alle prescrizioni della circolare n. 56, fatte salve prescrizioni più restrittive della stessa.

(119) Per i tubi di classe C si farà riferimento alla UNI EN 10208-3.

TAB. 37 - Relazione tra diametro esterno e dimensione nominale (DN)

Diametro esterno mm	DN	Diametro esterno mm	DN
26,9	20	273	250
33,7	25	323,7	300
42,4	32	355,6	350
48,3	40	406,4	400
60,3	50	457	450
76,1	65	508	500
88,9	80	610	600
114,3	100	711	700
139,7	125	813,0	800
168,3	150	914,0	900
219,1	200	1016,0	1000

Per DN > 1000 mm v. l'App. B della UNI EN 10224

L'acciaio impiegato per i tubi dovrà rispondere ai limiti di composizione riportati nei prospetti 2 e 3 della UNI EN 10208-1 per i tubi di classe A e nei prospetti 3 e 4 della UNI EN 10208-2 per quelli della classe B.

La designazione dell'acciaio farà riferimento alle UNI EN 10027.

L'acciaio inoltre dovrà presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche come da prospetto 4 e 5 rispettivamente della UNI EN 10208-1 e della UNI EN 10208-2.

Gli spessori teorici dei tubi dovranno essere correlati alle massime pressioni di esercizio secondo le formulazioni e le specifiche di cui ai punti 2.2 e 3.2 del D.M. sopra citato. In ogni caso lo spessore dei tubi, in rapporto al diametro esterno  $D_e$  non dovrà essere inferiore a: 1,8 mm, per  $D_e$  fino a 300 mm; 2,3 mm per  $D_e$  oltre 30 e fino a 65 mm; 2,6 mm, per  $D_e$  oltre 65 e fino a 160 mm; 3,5 mm, per  $D_e$  oltre 160 e fino a 325 mm; 4,5 mm, per  $D_e$  oltre 325 e fino a 450 mm; 1%  $D_e$  per  $D_e$  oltre 450 mm.

I tubi dovranno avere la massima lunghezza compatibile con le esigenze di trasporto e di posa e, di norma non inferiore a 8 m; non saranno ammessi tubi accoppiati mediante saldatura trasversale. Le tolleranze sul diametro esterno e sullo spessore saranno conformi ai relativi prospetti riportati nella normativa di riferimento.

I tubi saldati con spessore superiore a 3,2 mm dovranno essere obbligatoriamente sottoposti a trattamento termico nella zona di giunzione, alla temperatura di  $880 \pm 920$  °C al fine di ripristinare la struttura ferritico-perlitica del materiale base; per i tubi di spessore fino a 3,2 mm tale trattamento di normalizzazione non sarà obbligatorio a condizione che l'acciaio sia calmato all'alluminio a grana fine e la durezza Vickers, non risulti superiore a 240 HV.

Tutte le prove e le riprove saranno eseguite presso lo stabilimento produttore che dovrà rilasciare certificazioni secondo la normativa precedentemente richiamata. Prove e controlli (analisi chimica, prova di trazione, di piegamento, di schiacciamento e prova idrostatica) saranno effettuati secondo le particolari metodologie riportate negli appositi capitoli della specifica normativa di riferimento. Lo stesso dicasi per la marcatura.

I tubi da impiegare per condotte da interrare o immergere dovranno essere protetti esternamente con rivestimento bituminoso pesante realizzato come di seguito:

- *strato di fondo*: pellicola di bitume ottenuta a freddo per verniciatura;
- *1° strato protettivo*: miscela bituminosa con  $70 \pm 5\%$  di bitume ossidato e  $30 \pm 5\%$  di polvere di ardesia o di microfibra minerale;
- *1° strato di armatura*: feltro di vetro «tipo 9» impregnato di miscela bituminosa;
- *2° strato di armatura*: tessuto di vetro «tipo 8» impregnato di miscela bituminosa;
- *strato di finitura*: pellicola di idrato di calcio.

Ogni fornitura di tubi dovrà essere accompagnata da apposita dichiarazione di conformità alla normativa vigente rilasciata dallo stabilimento produttore.

#### 46.8. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

UNI 11002 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1+3).

#### 46.9. GHISA E PRODOTTI DI GHISA

##### 46.9.1. Ghisa grigia per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

##### 46.9.2. Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562. I getti di ghisa malleabile dovranno potersi lavorare a freddo, avere spigoli vivi, essere esenti da soffiature e difetti in genere e presentare superficie liscia e pulita.

##### 46.9.3. Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma EN 1563.

TAB. 38 - Tubi di acciaio UNI 10208-1 per metanodotti. Caratteristiche fisiche

Diametro esterno D (mm)	Spessore (mm)																
	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	4,8	5,0	5,6	5,9	6,3	7,1	8,0	8,8	9,5	10,0
	Masse, Kg/m																
26,9	1,40	1,56	1,72														
33,7	1,78	1,99	2,20	2,41	2,67	2,93											
42,4	2,27	2,55	2,82	3,09	3,44	3,78											
48,3	2,61	2,93	3,25	3,56	3,97	4,37											
60,3	3,29	3,78	4,11	4,51	5,03	5,55	6,18	6,57	6,84	7,55	7,9	8,39	9,31	10,3	11,2	11,9	12,4
76,1	4,18	4,71	5,24	5,75	6,44	7,11	7,95	8,44	8,77	9,74	10,2	10,8	12,1	13,4	14,8	15,8	16,3
88,9	4,91	5,53	6,15	6,78	7,57	8,37	9,37	9,95	10,3	11,5	12,1	12,8	14,3	16,0	17,4	18,5	19,5
101,6	5,63	6,35	7,06	7,77	8,70	9,63	10,8	11,5	11,9	13,3	13,9	14,8	16,5	18,5	20,1	21,6	22,6
114,3	6,35	7,18	7,97	8,77	9,83	10,8	12,2	13,6	13,5	15,8	15,8	16,8	18,8	21,0	22,9	24,8	25,7
139,7			8,78	10,8	12,1	13,4	15,3	15,9	16,6	18,5	19,5	20,7	23,2	25,9	26,4	30,5	31,9
166,3			11,8	13,0	14,6	16,2	18,2	18,4	20,1	22,5	23,6	25,2	28,2	31,6	34,6	37,2	38,6
219,1				17,8	19,1	21,2	23,8	25,4	26,4	29,5	31,6	33,1	37,1	41,6	45,6	49,1	51,6
273					23,9	25,5	28,8	31,7	33,9	36,9	38,9	41,4	46,8	52,3	57,3	61,7	64,9
323,9						31,6	35,4	37,8	39,3	44,0	46,3	49,3	55,5	62,3	68,4	73,7	77,4
355,6							39,0	41,5	43,2	48,3	50,9	54,3	61,8	68,6	75,3	81,1	85,2
406,4								44,8	47,5	49,5	55,4	58,3	62,2	69,9	76,6	83,9	87,8
457									53,5	55,7	62,3	65,6	76,8	88,5	97,3	104,8	118,2
508										68,4	73,1	77,9	87,7	99,8	108,0	118,8	122,8
610											87,9	93,8	105,8	118,8	130,5	140,7	149,9
660												95,2	101,6	114,3	126,6	141,3	152,4
711													109,5	123,2	138,7	152,4	164,3
762														117,4	132,2	148,7	178,3
813															125,3	141,1	158,8

#### 46.9.4. Tubi di ghisa grigia per condotte d'acqua

Saranno ammessi, salvo diversa specifica, unicamente in tratte di sostituzione di condotte di analogo materiale.

I tubi dovranno rispondere, per le caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle relative norme UNI, e in particolare, alle norme da UNI 5336 ad UNI 5340. I tubi saranno costituiti da ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta e, al pari dei pezzi speciali, saranno esenti da difetti di lavorazione e/o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Salvo diversa indicazione, tubi, raccordi e pezzi speciali saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua convogliata né dovrà pregiudicarne, qualora potabile, i caratteri organolettici.

Le dimensioni e le masse dovranno corrispondere a quelle indicate nelle rispettive unificazioni dimensionali entro i limiti di tolleranza di cui al punto 8 della UNI 5336. I tubi dovranno essere dritti (120); inoltre, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, dovranno potere essere tagliati, forati e lavorati. I prodotti saranno comunque considerati accettabili se la durezza Brinell HB, misurata a metà dello spessore, non supererà il valore di 215 kgf/mm<sup>2</sup> (121). I tubi potranno essere richiesti nella gamma di diametri nominali da DN 50 a DN 600 mm (122) e nelle tre classi LA, A e B di cui alle norme richiamate (123). I manufatti saranno sottoposti a prove idrauliche di tenuta ed a prove meccaniche (124). I giunti tra i vari tubi potranno essere di tipo rigido (a piombo) od elastico (125); in quest'ultimo caso le guarnizioni che verranno fornite con i tubi saranno fabbricate con tipi di gomma resistenti sia all'invecchiamento che alla corrosione.

#### 46.9.5. Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua

Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidale (126) di durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e di 250 HB per i raccordi ed accessori; dovranno inoltre rispondere, per ulteriori caratteristiche di qualità e di fabbricazione, alla norma.

**UNI EN 545** - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferritizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta cementizia (con cemento d'alto forno e spessore normale di 3 mm per i tubi della gamma DN 350+600) ed esternamente mediante vernice bituminosa (spessore  $\geq 40$  microns). Il rivestimento interno non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

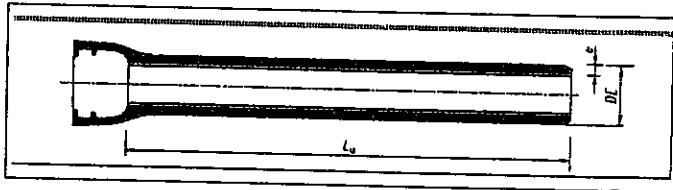
Per i tubi della gamma DN 80+300 potrà essere richiesto anche un rivestimento esterno primario di zinco elettrolitico, applicato a mezzo di pistole elettriche o altri idonei sistemi (spessore degli strati di zinco + vernice bituminosa  $\geq 60$  microns). I raccordi dovranno essere rivestiti, sia internamente che esternamente, con vernici bituminose date a bagno.

Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 545 ed, eventualmente, la classe di spessore (se diversa da k9) e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Le dimensioni dei tubi e dei raccordi dovranno rispondere a quelle indicate nelle rispettive specificazioni dimensionali, entro i limiti di tolleranza di cui al punto 4.2 della UNI EN 545. Lo spessore nominale "e" sarà calcolato in funzione del diametro nominale DN (127).

I manufatti saranno sottoposti a prova idraulica di tenuta ed a prove meccaniche di trazione e di durezza Brinell (sulla superficie esterna). La prova idraulica sarà effettuata, su tubi e raccordi, con le modalità di cui al punto 6.5 della norma UNI EN citata (128). La pressione minima di prova, per i tubi centrifugati con  $k \geq 9$ , sarà di: 50 bar per DN 40 ÷ 300; 40 bar per DN 350 + 600; 32 bar per DN 700 + 1000; 25 bar per DN 1100 + 2000. Per i tubi con  $k < 9$ , sarà fatto riferimento al prospetto 13 della norma.

FIG. 8 - Tubi di ghisa sferoidale per condotte UNI EN 545



- (120) Alla prova di rotolamento su due guide distanti circa 2/3 della lunghezza dai tubi stessi, la freccia di incurvamento massima, espressa in millimetri, non dovrà essere maggiore di 1,25 volte la lunghezza dai tubi stessi, espressa in metri.
- (121) La durezza Brinell HB superficiale dei tubi colati mediante centrifugazione in conchiglia non dovrà del pari superare il valore di 230 kgf/mm<sup>2</sup> (2300 N/mm<sup>2</sup>).
- (122) Gamme intermedie: DN 60-65-80-100-125-150-200-250-300-350-400-500 mm.
- (123) Si definiscono tubi di classi LA, A e B, quelli aventi spessori di parete rispettivamente di:  $s = 10/12 (7 + 0,02DN)$ ,  $s = 11/12 (7 + 0,02DN)$ ,  $s = 12/12 (7 + 0,02 DN)$ . I tubi di classe A e B risultano pertanto maggiorati del 10 a dal 20% rispetto a quelli della serie normale LA.
- (124) Le prove meccaniche potranno essere di flessione o di trazione. Per i tubi colati per centrifugazione in conchiglia metallica le prove potranno essere effettuate su anelli per tubi con diametro nominale fino a DN300 e su provette di trazione per tubi con DN oltre 300. Per i tubi colati per centrifugazione in forme di sabbia le prove, per tutti i diametri, si effettueranno su provette di trazione.
- (125) Il giunto elastico potrà essere del tipo con sola guarnizione in gomma, del tipo con guarnizione in gomma e controflangia a bulloni, od infine del tipo con guarnizione in gomma e ghiera premi-guarnizione avvitata.
- (126) La ghisa sferoidale (GS) si differenzia dalla ghisa grigia (GG) non tanto per il contenuto in carbonio, che è pressoché uguale nelle due leghe (rispettivamente del 3,75% e del 3,65%), quanto per la configurazione nettamente diversa dei cristalli di grafite, ottenuta mediante l'introduzione nella lega di una piccolissima quantità di magnesio (0,03%).  
La ghisa sferoidale utilizzata per la produzione di tubi e raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica: resistenza minima alla trazione di circa 42 kgf/mm<sup>2</sup>; allungamento minimo a rottura del 10% (tubi) e del 5% (raccordi); durezza Brinell non superiore a 230 HB (tubi) ed a 250 HB (raccordi).
- (127) Lo spessore nominale dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in funzione del loro diametro nominale mediante l'espressione:  $s = k (0,5 + 0,001 DN)$  con  $k = 9 + 10$  rispettivamente per i tubi dei prospetti 14 della UNI 545.  $k$  è un coefficiente utilizzato per la determinazione della classe di spessore. È scelto da una serie di numeri interi... 8, 9, 10, 11, 12, ...
- (128) La prova idraulica dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione su tutti i tubi ed i raccordi. Qualora i controlli e le prove fossero effettuate in un periodo successivo, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo di almeno il 10% del numero di elementi costituenti la singola partita.

I tubi saranno provati idraulicamente in officina per la durata totale del ciclo di pressione di almeno 15 s, compresi 10 s alla pressione di prova.

I raccordi dovranno essere sottoposti in officina ad un controllo di tenuta stagna, effettuata con aria sotto pressione di 1 bar oppure con acqua, ad una pressione di 25 bar per i raccordi della gamma DN 40+300, di 16 bar per i raccordi della gamma DN 350+600 e di 10 bar per i raccordi della gamma DN 700+2000.

Durante la prova di tenuta, che avrà la durata di almeno 15 s, non si dovranno constatare fuoriuscite di aria o acqua, né porosità o altri difetti di sorta.

I tubi per condotte di gas, oltre alla prova idraulica, dovranno essere sottoposti in officina ad una particolare prova di tenuta effettuata con aria alla pressione di 1,3 volte la pressione di esercizio della condotta, con un minimo di 1 bar ed un massimo di 6 bar. Per tali tubi sarà fatto riferimento alla UNI EN 969.

La prova di trazione dovrà fornire risultati conformi al Prospetto 7 della UNI-EN 545, in particolare un carico unitario di rottura  $R_m$  non inferiore a 420 N/mm<sup>2</sup> per i tubi centrifugati e per i raccordi. La prova di durezza Brinell HB dovrà essere eseguita secondo le modalità della ISO/R 79 (UNI 560), con una sfera di acciaio del diametro di 10 o di 5 mm.

I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti potranno essere del tipo automatico (Fig. 9) (129) o del tipo meccanico (Fig. 10) (130); in ogni caso dovranno consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali dei tubi senza compromettere la perfetta tenuta (v. i punti 5.2.1 e 5.3 della norma).

Le dimensioni dei tubi (a bicchiere od a flangia), dei raccordi e degli accessori tutti dovranno essere conformi a quelle riportate al punto 9 della UNI EN 545.

Le guarnizioni di gomma (131) da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione dovrà riportare il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto).

TAB. 39 - Tubi a bicchiere di ghisa sferoidale per condotte. Diametri nominali, diametri esterni, spessori e relative tolleranze

DN	Diametro esterno DE mm		Spessore del tubo propriamente detto (ghisa) "e" mm		
	Nominale	Tolleranza	K9	K10	Tolleranza
40	56	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
50	66	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
60	77	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
65	82	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
80	98	+ 1/-2,7	6,0	6,0	- 1,3
100	118	+ 1/-2,8	6,0	6,0	- 1,3
125	144	+ 1/-2,8	6,0	6,2	- 1,4
150	170	+ 1/-2,9	6,0	6,5	- 1,5
200	222	+ 1/-3,0	6,3	7,0	- 1,5
250	274	+ 1/-3,1	6,8	7,5	- 1,6
300	326	+ 1/-3,3	7,2	8,0	- 1,6
350	378	+ 1/-3,4	7,7	8,5	- 1,7
400	429	+ 1/-3,5	8,1	9,0	- 1,7
450	480	+ 1/-3,6	8,6	9,5	- 1,8
500	532	+ 1/-3,8	9,0	10,0	- 1,8
600	635	+ 1/-4,0	9,9	11,0	- 1,9
700	738	+ 1/-4,3	10,8	12,0	- 2,0
800	842	+ 1/-4,5	11,7	13,0	- 2,1
900	945	+ 1/-4,8	12,6	14,0	- 2,2
1.000	1.048	+ 1/-5,0	13,5	15,0	- 2,3
1.100	1.152	+ 1/-6,0	14,4	16,0	- 2,4
1.200	1.255	+ 1/-5,8	15,3	17,0	- 2,5
1.400	1.482	+ 1/-6,6	17,1	19,0	- 2,7
1.500	1.565	+ 1/-7,0	18,0	20,0	- 2,8
1.600	1.688	+ 1/-7,4	18,9	21,0	- 2,9
1.800	1.875	+ 1/-8,2	20,7	23,0	- 3,1
2.000	2.082	+ 1/-9,0	22,5	25,0	- 3,3

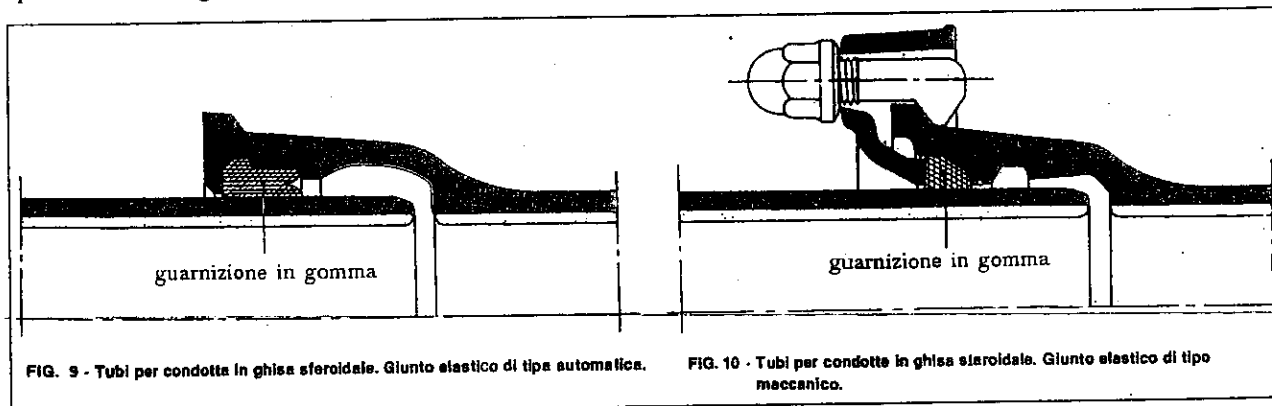


FIG. 9 - Tubi per condotte in ghisa sferoidale. Giunto elastico di tipo automatico.

FIG. 10 - Tubi per condotte in ghisa sferoidale. Giunto elastico di tipo meccanico.

#### 46.9.6. Tubi di ghisa sferoidale per fognatura

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

**UNI EN 598** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e relativi raccordi avranno dimensioni nominali unificate DN di 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 ... 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000 e lunghezze unificate di 5,0 e 5,5 o 6,0 per DN fino a 600, di 5,5 o 6,0 o 7,0 per DN di 700 ed 800, di 6,0 o 7,0 o 8,15 per DN da 900 a 1400, l'ultima dimensione valendo per diametri superiori. Avranno resistenza a trazione  $R_m$  non inferiore a 420 Mpa, e durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e 250 HB per i raccordi ed accessori. Le tolleranze e le altre caratteristiche dimensionali faranno riferimento al punto 4.2 della norma. Per le guarnizioni di gomma sarà fatto riferimento alla ISO 4633.

(129) Nel tipo automatico la tenuta sarà assicurata sia dalla reazione elastica di deformazione dell'anello di guarnizione in gomma, sia dall'aderenza della gomma generata dalla pressione dell'acqua.

(130) Nel tipo meccanico la tenuta sarà assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio verrà realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sui bicchiere mediante appositi bulloni.

(131) Per le caratteristiche generali v. anche il punto 58.2. del presente Capitolato.

I rivestimenti interni ed esterni saranno come da prescrizione (132). Ove non specificato i tubi dovranno essere forniti con:

- un rivestimento esterno di zinco, con massa non inferiore a 130 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura bituminoso o resina sintetica;
- un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;
- un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).

#### 46.9.7. Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (valida per tubi, raccordi ed accessori fabbricati con estremità a bicchiere, flangiate oppure lisce, destinati a giunzione mediante vari tipi di guarnizione ed idonei per temperature da -15 °C a +50 °C):

**UNI EN 969** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e raccordi avranno dimensioni nominali unificate *DN* di 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250 ... 500 e 600 e caratteristiche funzionali come riportate nelle Appendici A e B della norma. Lo spessore delle pareti sarà inferiore a 6 mm (7 mm per i tubi non centrifugati ed i raccordi) con tolleranze come indicato nel prospetto 1 della stessa norma. La lunghezza dei tubi a bicchiere sarà di 3 m, 5 m, 5,5 m o 6 m secondo prescrizione, con una tolleranza di ±100 mm; quella dei tubi flangiate sarà riferita al prospetto 2. I tubi dovranno essere diritti, con uno scostamento massimo pari allo 0,125% della loro lunghezza. Per la resistenza a trazione minima, la durezza Brinell ed i rivestimenti si rimanda a quanto specificato al precedente punto 46.9.6.

I tubi ed i raccordi dovranno essere progettati per risultare a tenuta idraulica alla loro pressione di funzionamento ammissibile (PFA); saranno provati in conformità al punto 6.5 della norma e non dovranno mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun altro sintomo di cedimento.

Tutti i giunti dovranno risultare completamente elastici; di conseguenza lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante non dovrà essere minore di: 3° 30' per *DN* da 40 a 300; 2° 30' per *DN* da 350 a 600. I giunti antisfilamento dovranno risultare alcune semielastici, con scostamento angolare non inferiore al 50% del valore dei giunti elastici.

Per quanto riguarda la resistenza alla flessione longitudinale dei tubi e quella diametrale, si rinvia alle Appendici A e B della norma. Per quanto riguarda la marcatura, tubi e raccordi dovranno riportare in modo leggibile e durevole: il nome o marchio del fabbricante, l'identificazione dell'anno di fabbricazione e del tipo di ghisa (sferoidale), il *DN*, l'identificazione della certificazione di qualità, la designazione della classe dei tubi centrifugati (se diversa da  $\neq$ ), il riferimento alla norma.

### Art. 47

#### METALLI DIVERSI

##### 47.0. GENERALITÀ

Tutti i materiali da impiegare nelle costruzioni, e le relative leghe, dovranno essere della migliore qualità, ottimamente lavorati e scevri di ogni impurità o difetto che ne vizino la forma o ne alterino la resistenza e la durata.

##### 47.1. STAGNO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 610 (Lingotti) e UNI 10368 (Leghe per saldature e rivestimenti).

##### 47.2. ZINCO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1179. Le lamiere (UNI 4201), i nastri (UNI 4202), i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, privi di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature. Gli elementi per coperture in lamiera di zinco non autoportante dovranno rispondere alla norma UNI EN 501.

##### 47.3. RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI

###### 47.3.1. Tubi

Dovranno essere di rame Cu-DHP (disossidato al fosforo) e fabbricati con procedimento senza saldatura. Potranno essere forniti sia allo stato incrudito, in verghe, sia allo stato ricotto, in rotoli. In ogni caso dovranno essere conformi alla seguente norma:

**UNI EN 1057** - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

I tubi presenteranno residuo carbonioso sulla superficie interna non superiore a 0,2 mg/dm<sup>2</sup> e resistenza a trazione non inferiore a 220 MPa per il tipo ricotto (R 220), a 250 MPa per il tipo semiduro (R 250) ed a 290 MPa per il tipo duro (R 290). Le relative prove saranno effettuate secondo quanto riportato al punto 8 della norma.

I tubi di diametro da 10 mm e fino a 54 mm dovranno essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, coi seguenti dati: riferimento alla norma (EN 1057), dimensioni nominali: diametro esterno x spessore, identificazione, con simbolo, dello stato metallurgico, marchio del produttore, data di produzione: anno e trimestre o mese. I tubi al di fuori della gamma sopra riportata dovranno essere marcati, analogamente, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Per i tubi gas da posizionarsi in zona di interrimento si richiama la norma:

(132) Tra rivestimenti prescrivibili: Esterni: zinco con strato di finitura, manicottato o meno con polietilene; polietilene estruso; polipropilene estruso; poliuretano; malta di cemento con fibre. Interni: malta di cemento di alto forno; poliuretano; polietilene; resina epossidica. Il tutto conformemente alle norme EN o ISO o norme nazionali.



**UNI 10823** - Rame e leghe di rame. Tubi di rame rivestiti per applicazioni gas in zone di interrimento. Rivestimento esterno di materiali plastici applicati per estrusione.

#### 47.3.2. Lamiere

Come per i tubi, saranno di rame Cu-DHP, con caratteristiche meccaniche definite dalla UNI EN 13599. Potranno essere di tipo incrudito o ricotto, secondo prescrizione, ed avranno spessore non inferiore a 0,6 mm. La superficie sarà di norma lucida da laminazione ed assolutamente priva di difetti constatabili a vista.

### Art. 48 LEGNAMI

#### 48.0. GENERALITÀ

##### 48.0.1. Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura convenzionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

##### 48.0.2. Requisiti in generale

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

#### 48.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

#### 48.2. 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 diritte affinché le fibre non risultino mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. Le essenze da usare dovranno essere in genere: dolci per i serramenti interni, resinose o forti per i serramenti esterni, pregiati o 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 ed alle prescrizioni contrattuali. In merito agli spessori, la quotazione dei disegni dovrà intendersi per elementi finiti ed ultimati, dovendo l'Appaltatore provvedere a fornire legnami di spessore superiore in modo da garantire quello richiesto a lavorazione ultimata.

### Art. 49 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI

#### 49.0. GENERALITÀ

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione, in lastre o piastrelle, saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, la prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta.

Per la terminologia e la classificazione dei pavimenti lapidei si farà riferimento alla UNI 9379.

#### 49.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO

##### 49.1.0. Norme generali

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

#### 49.1.1. Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo non inferiore a 18 mm, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato di spessore costante non inferiore a 5 mm.

#### 49.1.2. Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25 x 25) e rettangolare (20 x 10 e 30 x 15). Nel formato minore (20 x 10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm costituito da due strati dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, di spessore non inferiore a 5 mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm per usi pedonali ed a 18 mm per impieghi carrabili. La superficie superiore dei pietrini potrà essere richiesta liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5/-1 mm.

#### 49.2. PIASTRELLE DI CERAMICA

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, grès, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma:

UNI EN 14411 - Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche a marcatura.

A seconda della classe di appartenenza le piastrelle di ceramica estruse o pressate, di prima scelta, dovranno in particolare rispondere ai requisiti riportati nelle Appendici della stessa norma secondo l'indirizzo indicato nella Tab. 40.

Per le piastrelle colate, le caratteristiche da misurare ai fini della qualificazione del materiale saranno le stesse di quelle indicate per le piastrelle pressate o estruse. I limiti di accettazione, tenendo

in conto il parametro relativo all'assorbimento di acqua, saranno valutati sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per quanto attiene ai metodi di prova, si farà riferimento alla Tabella 40.

Il campionamento ed i criteri di accettazione saranno conformi a quanto riportato nella norma ISO 10545-1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

#### 49.3. MATTONELLE D'ASFALTO

Composte di polvere d'asfalto naturale arricchita di bitume (puro ed in percentuale dell'11%), di fibrette di armatura e pigmenti naturali, compresse in forme a 250 ÷ 300 atm e riscaldate a 150 °C, dovranno avere forme perfettamente regolari, spigoli vivi, massa volumica non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup> e resistenza all'impronta di 0,5 ÷ 0,6 mm.

#### 49.4. PAVIMENTI RESILIENTI

Qualunque fosse il tipo di materiale impiegato, tali pavimenti dovranno essere resistenti all'usura e al deterioramento, nonché all'acqua, ai detersivi, alle cere e alle normali sollecitazioni meccaniche; dovranno inoltre risultare resistenti al fuoco, autoestinguenti e atossici. I colori dovranno risultare stabili alla luce, uniformi e continui nell'intero spessore.

##### 49.4.1. Gomma

Per i pavimenti in gomma le lastre, confezionate con buone mescolanze di gomma naturale o sintetica (in percentuale non inferiore al 10% per i tipi civili ed al 30% per i tipi industriali), vulcanizzanti e stabilizzanti, cariche e pigmenti inorganici, saranno prive di difetti quali porosità o rugosità, avranno superficie superiore piana e ben levigata od a rilievo ed in ogni caso priva di efflorescenze di natura tale da alterare il colore del pavimento.

I pavimenti potranno essere in unico strato colorato o con sottostrato, con superficie liscia o rigata o a bolli, con rovescio ad impronta tela per attacco con adesivi o a peduncoli o sottosquadri per attacco con cemento.

Nei pavimenti per uso civile lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 3 mm (attacco ad impronta tela) o a 4 mm (attacco a peduncoli) con tolleranza di ± 0,3 mm.

Nei pavimenti per uso industriale lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 4 mm per le lastre con superficie liscia e rovescio a peduncoli o con superficie a bolli e rovescio liscio e non inferiore a 10 mm per le lastre con superficie rigata o a bolli e rovescio a sottosquadri. Le lastre avranno tolleranza sullo spessore di ± 0,3 mm per spessori fino a 4 mm e di ± 0,5 mm per spessori superiori. Le lastre saranno di unico colore, generalmente nero ma anche di altra tinta e, se ininfiammabili, saranno ottenute con mescole a base di gomma cloroprenica.

Sia per i prodotti civili che per quelli industriali sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 1816, 1817 e 12199.

TAB. 40 - Piastrelle di ceramica. Classificazione secondo metodo di formatura ed assorbimento d'acqua. Regolati ed Appendici di riferimento secondo UNI EN 14411.

METODI DI FORMATURA	Gruppo I $E \leq 3\%$	Gruppo IIa $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
A Estruse	Gruppo AI (Appendice A)	Gruppo IIa-1 (Appendice B)	Gruppo IIb-1 (Appendice D)	Gruppo III (Appendice F)
		Gruppo IIa-2 (Appendice C)	Gruppo IIb-2 (Appendice E)	
B Pressatura a sacco	Gruppo BIa $E \leq 0,5\%$ (Appendice G)	Gruppo BIa (Appendice J)	Gruppo BIb (Appendice K)	Gruppo BIII (Appendice L)
	Gruppo BIb $0,5\% < E \leq 3\%$ (Appendice H)			

## Art. 50

## PRODOTTI VERNICIANTI - PITTURE - VERNICI - SMALTI

## 50.0. GENERALITÀ

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali 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, peli, addensamenti, gelatinizzazioni 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 norme di classifica UNI I.C.S. 87 (pitture, vernici, smalti) 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 (I.I.C.).

## 50.1. PRODOTTI PER TINTEGGIATURA - IDROPITTURE

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 (latte) 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 potranno venire richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità o nei tipi diversamente prescritti dalla Direzione Lavori.

## 50.1.1. Latte di calce

Sarà preparato con perfetta diluizione in acqua di grassello di calce grassa con non meno di sei mesi di stagionatura; la calce dovrà essere perfettamente spenta. Non sarà ammesso l'impiego di calce idrata.

## 50.1.2. 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 dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni della Ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

## 50.1.3. Idropitture a base di silicati

Dette anche "pitture minerali", saranno ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (legante di silicato di potassio) polveri di caolino, talco e pigmenti vari. Verranno fornite in prodotto confezionato e saranno accompagnate da documento di qualificazione.

Le idropitture ai silicati dovranno possedere elevata permeabilità al vapore acqueo e non dovranno venire applicate su pitture preesistenti a base di leganti filmogeni.

## 50.1.4. 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:

- a) - *Idropittura per interno*: Avrà massa volumica non superiore a 1,50 kg/dm<sup>3</sup>, tempo di essiccazione massimo di 8 ore, assenza di odori. Alla prova di lavabilità l'idropittura non dovrà presentare distacchi o rammollimenti, né alterazioni di colore; inoltre dovrà superare positivamente le prove di adesività e di resistenza alla luce per una esposizione alla lampada ad arco non inferiore a 6 ore.
- b) - *Idropittura per esterno*: In aggiunta alle caratteristiche riportate alla lett. a), dovrà risultare particolarmente resistente agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovrà presentare facilità d'impiego e limitata sedimentazione. A distanza di 28 gg. dall'applicazione, poi, risulterà di colorazione uniforme, priva di macchie e perfettamente lavabile anche con detersivi forti.

## 50.2. PITTURE

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti vernicianti non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto 50.1 né 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 opacizzante e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verrà definito, con termine già in precedenza adoperato, *veicolo*. Con riguardo alla normativa si farà riferimento, oltre che alle UNI, anche alle UNICHIM di argomento 53/57 (Prodotti vernicianti - Metodi generali di prova).

## 50.2.1. Pitture a olio

Pitture essiccanti per ossidazione, nelle quali cioè la polimerizzazione avviene per forte assorbimento di ossigeno atmosferico con l'aggiunta di opportuni siccativi innestati in dosi adeguate, dovranno risultare composte da non meno del 60% di pigmento e da non oltre il 40% di veicolo.

### 50.2.2. 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  $1 \div 1,50 \text{ kg/dm}^3$ , adesività 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.

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

### 50.2.3. Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- UNI 9863** - Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9864** - Idem per ambiente marino od Industriale. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9865** - Idem per ambiente misto.
- UNI 9866** - Prodotti vernicianti. Pitture di fondo. Zincati organici ad alto contenuto di zinco metallico. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9867** - Idem per zincati inorganici.
- UNI 9868** - Prodotti vernicianti. Pitture di finitura su supporto di acciaio per ogni tipo di ambiente con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.

In ogni caso, e con riguardo alle pitture antiruggine di più comune impiego, si prescrive:

- a) - *Antiruggine a olio al minio di piombo (133)*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $2,80 \div 3,40$ , finezza di macinazione  $20 \div 40$  micron, essiccazione f.p. max. 6 ore, essiccazione max. 72 ore.
- b) - *Antiruggine oleosintetica al minio di piombo (133)*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $2,10 \div 2,40$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- c) - *Antiruggine al cromato di piombo (133)*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.3. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $1,50 \div 1,80$ , finezza di macinazione  $20 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- d) - *Anticorrosiva al cromato di zinco*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova i seguenti risultati: densità  $1,35 \div 1,48$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- e) - *Anticorrosive al catrame e speciali*: Dovranno possedere caratteristiche medie di composizione e fisico-meccaniche rientranti nei limiti di cui alla Tabella 41. Dovranno inoltre presentare resistenza alle corrosioni chimiche correlate alle condizioni di impiego e comunque non inferiore alle specifiche particolari richieste.

Le prove termiche, nonché quelle di durezza, di imbutitura e di impermeabilità, verranno eseguite su rivestimento di 100 micron applicato a lamierini di acciaio dolcissimo conformemente alle norme UNI; quelle di corrosione, su rivestimento di 400 micron; quelle di urto, su rivestimento di 200 micron applicato su provino di calcestruzzo. Al termine delle prove, i rivestimenti non dovranno presentare spaccature, sfogliature, vescicature, distacchi o alterazioni di sorta. L'eventuale alterazione di colore del rivestimento non sarà comunque considerata motivo di inidoneità.

TAB. 41 - Pitture anticorrosive al catrame e speciali. Limiti percentuali di composizione e resistenza alle sollecitazioni fisico-meccaniche

COMPONENTI ----- Caratteristiche fisico-meccaniche	PITTURE ANTICORROSIVE								
	Catramose	Catramose Epossidiche	Epossidiche	Catramose Fenoliche	Fenoliche	Poliesteri	Poliuretaniche	Viniliche	Epossiviniliche
Pece di catrame	40/60	15/30	--	15/20	--	--	--	--	--
Resina	--	15/30	25/40	20/30	30/40	40/50	30/45	15/30	25/30
Solvente (max.)	40	30	15	15	10	20	30	65	20
Carica e pigmento (max.)	30	40	60	50	60	40	40	20	55
Limiti sulla composizione delle Ceneri: silicati min. 30% carbonati max. 20%, solfati max. 20%									
Resistenza alla temperatura in immersione (°C)	+45	+60	+90	+60	+90	+90	+100	+60	+60
Salto termico e caldo (°C)	70	90	120	90	120	120	130	90	90
Durezza min. Sward-Rocher	4	15	20	15	25	30	20	10	10
Imbutitura	4	4	4	2	2	2	3	3	3

### 50.3. VERNICI

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flating grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed 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.  $4 \div 6$  ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm.

Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucchiù, 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.

(133) Per i rivestimenti delle superfici zincate, non dovranno in alcun modo venire impiegati pigmenti al minio o cromato di piombo, risultando questi catodici rispetto allo zinco.

## 50.4. SMALTI (134)

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, anticongelanti, ecc.).

Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi *per interno* e *per esterno*, presentano adesività 0%, durezza 26 Sward Rocker, finezza di macinazione inferiore a 12 micron, massa volumica  $1,10 \pm 20\%$  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 i 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 campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

## Art. 51

## PLASTICI PER RIVESTIMENTI MURARI

## 51.0. GENERALITÀ E CATEGORIE

Caratterizzati dalla copertura e spessore (in genere non inferiore a 6/10 mm), potranno dividersi nelle categorie riportate ai punti che seguono.

I plastici saranno forniti in confezioni sigillate con vasta gamma di tinte e dovranno superare positivamente le prove (su provini condizionati a  $20 \pm 2$  °C e 65% U.R. per 30 gg) che potranno essere richieste dalla Direzione Lavori. Sui materiali potrà comunque venire richiesto il "Certificato di Idoneità Tecnica" rilasciato dall'I.C.I.T.E. (135)

## 51.0.1. Plastici a base di resine in emulsione

Avranno come leganti (in generale) resine acetoviniliche o acriliche di idonea formulazione e come inerti polveri silicee (farina di quarzo, ecc.), caolino, cariche e additivi vari (addensanti, coalescenti, fungicidi, battericidi, ecc.).

All'applicazione dovranno risultare tenaci, aderenti, duri, impermeabili nonché resistenti alla calce, alla luce, alle atmosfere aggressive ed al lavaggio con detersivi.

## 51.0.2. Plastici a base di resine a solvente

Avranno come legante resine di elevato pregio e come corpo farine minerali, ossidi coloranti e additivi vari (stabilizzanti, idrorepellenti, ecc.). Presenteranno ottima resistenza agli alcali, agli agenti atmosferici, alle muffe, alle macchie ed alla scolorazione; saranno altresì dotati di autolavabilità, di traspirabilità unita a idrorepellenza e presenteranno anche ottima adesività, facile applicazione in condizioni climatiche anche difficili, rapida essiccabilità, limitata sedimentazione e facile ridispersibilità.

## 51.0.3. Intonaci resino-plastici

Presenteranno le stesse caratteristiche generali dei rivestimenti resino-plastici di cui ai precedenti punti 51.0.1. e 51.0.2. A differenza però avranno il corpo arricchito con farine e graniglie di quarzo o polveri e graniglie di marmo di diversa granulometria, a seconda delle caratteristiche e degli effetti decorativi richiesti.

## Art. 52

## PRODOTTI DI FIBRO-CEMENTO

## 52.1. GENERALITÀ

Formati da miscela intima ed omogenea di cemento (o silicati di calcio) e materiali a fibra lunga (con esclusione dell'amianto), più eventuali correttivi minerali, dovranno rispondere alle norme di unificazione di seguito riportate:

- UNI EN 492 - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- UNI EN 494 - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- UNI EN 512 - Prodotti di fibrocemento. Tubi e giunti per condotte in pressione.
- UNI EN 588/1 - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.
- UNI EN 588/2 - Tubi e raccordi in fibrocemento per sistemi di scarico degli edifici. Pozzetti e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.
- UNI EN 12763 - Idem. Dimensioni e termini tecnici di distribuzione.

Gli agglomerati di fibro-cemento dovranno essere inossidabili, inalterabili agli acidi e agli agenti corrosivi in genere, resistenti al gelo e alle alte temperature, incombustibili e isolanti. I relativi manufatti dovranno presentare in frattura compattezza uniforme, priva di soffiature, superfici lisce e regolari, esenti da sfaldamenti, spessori ben calibrati e bordi integri.

(134) Pitture la cui pellicola si presenta particolarmente dura, resistente e liscia.

(135) Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia.

## 52.2. TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI)

## 52.2.0. Generalità e prove

I manufatti in argomento dovranno presentare elevato grado di impermeabilità e resistenza meccanica nonché, per i tubi, generatrici diritte e svergolamenti contenuti nei limiti di tolleranza.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione, il diametro nominale e la classe (136). La conformità della fornitura alla norma sarà attestata dal riferimento "UNI" anche esso chiaramente riportato su ogni tubo e giunto della fornitura stessa. La designazione sarà effettuata in base al valore del diametro nominale, al valore della lunghezza ed alla classe di pressione (137). Nel caso di tubi per condotte in pressione di diametro superiore a 1000 mm, in luogo della classe di pressione si indicheranno i valori minimi garantiti della pressione di scoppio (138).

I diametri nominali saranno conformi a quelli riportati nella Tab. 42 (tabella limitata a DN 1500, ferma restando la possibilità di richiedere tubi con DN fino a 2500). La tolleranza sul diametro interno sarà di  $\pm (2,5 + 0,01 \text{ DN})$  mm per tubi fino a DN 1200;  $\pm 15$  mm per tubi con DN superiore. Per lo scarto inferiore sullo spessore del cilindro e per quello superiore sullo spessore dell'estremità dei tubi, sarà fatto riferimento ai prospetti 4 e 5 della norma UNI EN 588-1. Per lo scarto limite sulla rettilineità sarà fatto ancora riferimento al prospetto 6 della stessa norma.

I carichi di rottura minimi a compressione dei tubi, espressi in kN/m, per le tre classi previste dalla norma, dovranno essere quelli riportati, per DN fino a 1000 mm, nel prospetto 7 della stessa; per DN maggiori di 1000 i carichi di rottura minimi si otterranno moltiplicando la classe (in kN/m<sup>2</sup>) per il diametro nominale DN (espresso in metri).

Le prove che la Direzione Lavori potrà richiedere per l'accettazione saranno: l'accertamento delle caratteristiche meccaniche e fisiche; la prova di resistenza ai liquami domestici. Il tutto con riferimento ai punti 4.10.3., 4.10.4. e 4.10.5. della UNI EN 588-1.

I giunti saranno in generale del tipo a manicotto per i tubi (139) e del tipo a manicotto o a bicchiere per i raccordi (secondo prescrizione). Per entrambi i tipi la tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni elastiche di qualità e forme atte a rendere la condotta perfettamente e permanentemente stagna. I giunti dovranno resistere senza perdite ad una pressione di prova di tenuta di  $1 \pm 0,1$  bar. Tale tenuta dovrà essere assicurata anche se i giunti saranno montati con la massima deviazione angolare tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante (140).

I raccordi avranno composizione, fabbricazione, marcatura e classificazione come per i tubi. Le relative prove di accettazione saranno effettuate in conformità alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI EN 588-1.

TAB. 42 - Diametri nominali

DN	
100	600
125	(700)
150	800
200	(900)
250	1000
300	(1100)
(350)	1200
400	(1300)
(450)	1400
500	(1500)

## Art. 53

## PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI

## 53.0. GENERALITÀ

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità risponderete ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione la qualità dei materiali dovrà essere particolarmente rapportata alle condizioni di posa: verranno pertanto usati cementi resistenti ai solfati ove il contenuto totale di solfati solubili dovesse superare nel terreno i 3000 mg/kg di terreno o i 600 mg/kg di acqua di sottosuolo e comunque per terreni impregnati di acqua di mare (141). In ogni caso il contenuto massimo ammissibile di cloruri nel calcestruzzo dovrà essere, in percentuale del peso di cemento: 0,4% per i tubi di calcestruzzo armato e 0,2% per i tubi di calcestruzzo precompresso. La resistenza minima a 28 giorni, in entrambi i casi, dovrà essere di 35 MPa (N/mm<sup>2</sup>). Vale la norma:

**UNI EN 639 - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.**

## 53.1. TUBI

## 53.1.1. Tubi di cemento semplice (142)

Saranno confezionati con impasto dosato a  $350 + 400$  kg/m<sup>3</sup> di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice diritta, spessore uniforme (o

(136) Sarà richiesto anche il tipo di composizione (TN o NT).

(137) Esempio di designazione di un tubo di fibro cemento per condotte in pressione avente diametro nominale di 80 mm, lunghezza di 3 m e classe 10:  
**Tubo EN 512 80-3-10 TN.**

(138) V. più in particolare il punto 4.2.2 della UNI EN 512.

(139) Di norma il manicotto sarà munito internamente di 3 gole: una gola centrale per accogliere dei segmenti distanziatori di gomma e due gole laterali simmetriche atte a ricevere ciascuna un anello di gomma elastomerico. Nel caso invece che il manicotto dovesse resistere anche a trazione, per applicazioni speciali, esso sarà munito di 4 gole, a due a due simmetriche, delle quali quelle centrali destinate agli anelli di tenuta in gomma e quelle di estremità destinate a ricevere delle corde di bloccaggio in acciaio o in materia plastica, secondo i casi e le prescrizioni.

(140) Di norma 4° per tubi fino al diametro 500 e 2 ÷ 3° per diametri maggiori.

(141) In questo caso dovranno essere prese ulteriori precauzioni nei riguardi dei cloruri solubili, se presenti in quantità superiore a 500 mg/kg di terreno o di acqua di sottosuolo. Ancora, dovrà tenersi in considerazione l'eventuale presenza di acido carbonico (che dissolve la calce), se in quantità superiore a 60 mg/l di acqua di sottosuolo.

(142) Così definiti i tubi in conglomerato cementizio i quali o sono privi di armatura metallica, ovvero la incorporano unicamente per necessità di trasporto e posa, con esclusione di qualunque altra funzione statica nelle condizioni d'uso.

come da sagoma), elevata resistenza flessionale e, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente. Dovranno rispondere inoltre, per i diametri superiori a 250 mm, alla seguente norma:

**UNI 9534** - Tubi di calcestruzzo non armato per fognature a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.

I tubi UNI 9534 potranno essere con giunto a bicchiere o con giunto a mezzo spessore (ad incastro) con lunghezza nominale non inferiore a due metri. Lo spessore minimo, salvo diversa specifica, sarà conforme ai valori riportati nella tabella a fianco. Per giunto ad incastro, lo spessore dovrà comunque non scendere sotto il valore di 120 mm.

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di controllo geometrico delle dimensioni, di tenuta per pressione idraulica interna, di impermeabilità e di schiacciamento trasversale.

Per le prime, il diametro interno non potrà scostarsi dal valore nominale di oltre  $(3 + 0,004 \text{ DN})$  mm, mentre la lunghezza non potrà scostarsi da LN di oltre 10 mm. Per la seconda i tubi, mantenuti per almeno 15 minuti alla pressione di 10 m di colonna di acqua, non dovranno presentare perdite né gocciolamenti. Per la terza, da eseguirsi come al punto 10.2 della UNI citata, l'assorbimento d'acqua non dovrà superare  $0,30 \text{ l/m}^2$  (143) per DN inferiori a 1000 e  $0,20 \text{ l/m}^2$  per DN uguali o superiori a 1000. Per la quarta, da eseguirsi come al punto 10.3 della stessa UNI, il carico di rottura, in rapporto alla classe, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel Prosp. I della UNI 9534 (144).

**TAB. 43 - Tubi di cemento semplice.  
Diametri nominali e classi**

DN	CLASSI		
	1*	2*	3*
	(60 kN/m <sup>2</sup> )	(100 kN/m <sup>2</sup> )	(150 kN/m <sup>2</sup> )
	Spessore nominale (minimo) mm		
300	50	50	50
400	50	50	55
500	50	55	65
600	60	65	80
700	70	75	95
800	80	90	110
1000		115	140
1200		140	170
1400		165	205
1500		180	220

### 53.1.2. Tubi di cemento armato ordinario

Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ed inoltre avranno: caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi, superfici interne perfettamente lisce, estremità piene ed a spigoli vivi, fronti perpendicolari all'asse. Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti o imperfezioni che possano diminuirne l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità di impiego e la durabilità.

La lunghezza dei tubi senza piede sarà di almeno 2,00 m; quella dei tubi con piede di norma 1,00 m. La tolleranza sarà come al precedente punto 53.1.1. Le generatrici potranno scostarsi dalla rettilineità non oltre 3 mm per i tubi con diametro fino a 600 mm e non oltre 5 mm per i tubi con diametro superiore.

Per i tubi in pressione il diametro interno, lo spessore della parete, la lunghezza interna della canna e le caratteristiche geometriche del giunto saranno conformi alle specifiche di progetto e/o alla documentazione di fabbrica (145). I diametri nominali (da DN/ID 200 a DN/ID 4000) saranno conformi al prospetto 1 della UNI EN 639 con tolleranza come da Prospetto 2 della stessa norma. Sulla lunghezza interna sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 10$  mm (per elementi diritti); in ogni caso il rapporto tra lunghezza utile di progetto e diametro nominale, espresso in mm, non dovrà superare i seguenti valori: 21 per tubi con cilindro e 14 per tubi senza. Valgono, per detti tubi, le seguenti norme:

**UNI EN 640** - Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali.

**UNI EN 641** - Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali.

Le dimensioni massime degli aggregati non dovranno essere maggiori di  $1/3$  dello spessore dei tubi, con massimo di 32 mm (4 mm per i tubi con armatura diffusa).

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica, da fili o reti di acciaio, inglobate in una parete di calcestruzzo compatto (RCP), o da strati multipli di filo sottile continuo avvolti ad elica e inglobati in una parete di malta compatta (DRP); quella longitudinale (specie se richiesta la resistenza a flessione) da barre di acciaio, fili o strati di nastro di acciaio. Nei tubi UNI EN 641 l'armatura sarà integrata da un cilindro di acciaio saldato, con anelli per il giunto collegati all'estremità a mezzo saldatura (146).

Lo spessore minimo dei tubi EN 640 sarà conforme al Prospetto 1 della norma (147); analogamente per i tubi della EN-641 (148).

I giunti, secondo specifica, potranno essere rigidi, regolabili, semiflessibili o completamente flessibili; in ogni caso dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti (149) ed essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gomma (150). I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione; in quest'ultimo caso, ferma restando la verifica a pressione, lo spessore della lamiera sarà non inferiore a 1,5 mm se con rivestimento in conglomerato (2,5 per  $\text{DN} \geq 50$ ; 3 per  $\text{DN} \geq 70$ ) ed a 4 mm se con rivestimento bituminoso (5,5 per  $\text{DN} \geq 50$ ; 7 per  $\text{DN} \geq 70$ ).

Per l'accettazione i tubi verranno sottoposti a collaudo in stabilimento, eseguendo su campioni rappresentativi

(143) Assorbimento d'acqua, espresso in litri per m<sup>2</sup> di superficie interna.

(144) Carico di schiacciamento espresso in kN/m<sup>2</sup>.

(145) Qualora le specifiche di progetto differissero dalle caratteristiche di produzione standard, tali caratteristiche dovranno essere adeguate tenendo conto in particolare modo dei seguenti dati: pressione e pressione massima di progetto; carichi esterni e condizioni di posa in opera; caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato; dati sul terreno; condizioni di appoggio.

(146) Per i particolari si rinvie comunque al punto 3.3 delle UNI EN richiamate.

(147) Spessore minimo: 60 mm fino a DN/ID 500 per i tubi RCP e 40 mm per i tubi DRP.

(148) Spessore minimo: 50 mm fino a DN/ID 400 e 40 mm fino a pari diametro per i tubi con cilindro ed armatura pretesionata.

(149) Per le deviazioni angolari consentite sarà fatto riferimento al Prospetto 3 della UNI EN 639.

(150) Nei giunti di acciaio con guarnizione elastomerica gli anelli maschio e femmina dovranno essere costruiti in modo da rendere i tubi autocentranti.

apposite prove tecnologiche, in particolare la prova di impermeabilità, quella di rottura per pressione interna e quella allo schiacciamento. Le prove saranno eseguite in conformità al punto 4 delle norme.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il *marchio di fabbrica*, la *data di fabbricazione* (mese e anno), le *dimensioni* (intese come prodotto del diametro interno per la lunghezza nominale) e la categoria. Per i tubi ad armatura disimetrica, dovrà essere apposta sulla parete esterna l'indicazione del vertice (151).

### 53.1.3. Tubi rinforzati con fibre di acciaio

Per i tubi rinforzati con fibre di acciaio sarà fatto riferimento alla norma:

**UNI EN 1916** - Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato con fibre di acciaio e con armatura tradizionale.

### 53.1.4. Tubi di cemento armato precompresso

Valgono, per i tubi in argomento, le norme generali di cui al precedente punto. I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimenti atti a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. Le operazioni automatizzate dovranno essere svolte sotto controllo di strumenti indicatori e registratori e nel ciclo di lavorazione saranno inseriti rilevamenti sistematici dei risultati ottenuti che, raccolti unitamente alle prove di qualità dei materiali in apposito registro di fabbricazione, avranno valore di documentazione agli effetti contrattuali.

I tubi in c.a.p., in rapporto alle prescrizioni di Elenco, potranno essere di tre tipi:

- Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato munito di cilindro di lamierino, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto autocentrante a tenuta d'acqua.
- Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto come sopra.
- Tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato e giunto come sopra.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in argomento e qui riportate:

**UNI EN 642** - Tubi in prassione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

I tubi saranno di norma classificati in base alla pressione di decompressione a deformazioni lente esaurite nella sezione decompressa (pressione nominale PN); tale pressione dovrà essere correlata alle massime sollecitazioni conseguenti sia alla pressione idraulica che ai carichi esterni. Il diametro nominale corrisponderà al diametro interno del tubo, misurato in mm. Lo spessore nominale (t) corrisponderà allo spessore della parete del nucleo di conglomerato per i tubi del tipo a) e b), ovvero alla intera parete per i tubi del tipo c); lo spessore nominale del rivestimento protettivo corrisponderà alla distanza tra l'estradosso dell'armatura di precompressione e la parete esterna.

Gli spessori minimi di calcolo delle pareti dei tubi saranno conformi al Prospetto 1 della UNI EN 642. Nei tubi con cilindro, lo spessore  $t_1$  min. (nucleo + spessore cilindro) sarà di 50 mm per DN/ID fino ad 800 mm e progressivamente crescente fino a 240 mm per DN/ID 4000 mm; nei tubi senza cilindro, lo spessore  $t_2$  min. (tubo nucleo) sarà di 40 mm per DN/ID fino a 700 mm; nei tubi senza cilindro di tipo c), lo spessore  $t_3$  min. (parete) sarà di 45 mm per DN/ID fino a 600 mm. I diametri nominali DN/ID avranno i seguenti valori, con tolleranza  $\pm 10\%$ : 500-600-700-800-900-1000 ... 4000. Le lunghezze nominali saranno multiple di 0,50 m con tolleranza del  $\pm 1\%$ .

La superficie interna dei tubi dovrà essere sufficientemente liscia, in modo che le perdite di carico della condotta, espresse con la 2ª formula di Bazin (velocità d'acqua  $\leq 3$  m/sec) dovranno corrispondere ad indici di scabrezza non maggiori di: 0,12 (DN/ID 400+600); 0,10 (DN/ID 700+1500); 0,08 (DN/ID > 1600).

I materiali e le modalità di costruzione dovranno rispettare in generale le norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. precompresso di cui al D.M. 9 gennaio 1996. In particolare la composizione chimica degli acciai sotto forma di fili trafilati dovrà rispondere alle seguenti limitazioni:  $C \leq 0,87\%$ ,  $S \leq 0,03\%$ ,  $P \leq 0,03\%$ . L'acciaio da impiegarsi nella costruzione degli eventuali involucri cilindrici in lamierino dovrà essere di facile saldabilità ed avere resistenza a snervamento e rottura rispettivamente non inferiore a 200 e 370 N/mm<sup>2</sup>. In ogni caso gli spessori e le armature di precompressione dovranno essere riferiti, per ogni coppia di valori PN e DN, a criteri di dimensionamento e calcoli statici elaborati conformemente alle Appendici C e D della norma.

I tubi saranno sottoposti a prove di produzione in stabilimento come al punto 4 della UNI EN richiamata. Le prove saranno effettuate sia sul calcestruzzo preformatura (152) sia sul tubo formato (prova idrostatica e prova di permeabilità). Il numero dei tubi da provare, in rapporto alla quantità di fornitura, sarà stabilito dalla Direzione Lavori, con minimo di uno ogni 50.

La prova idrostatica dovrà essere effettuata sull'intero nucleo o tubo precompresso, incluse le porzioni di innesto soggette a pressione. La pressione interna di prova sarà gradualmente aumentata, con gradiente non maggiore di 200 kPa (0,2 bar) in 5 s. I tubi con cilindro saranno sottoposti alla prova dopo il rivestimento, quelli senza cilindro prima o dopo il rivestimento o in entrambi i casi. La pressione idrostatica applicata dovrà annullare la tensione di compressione nella parete del tubo (tenendo conto delle perdite di precompressione al momento della prova) e dovrà essere mantenuta per almeno 3 min; in tale periodo non dovranno manifestarsi perdite o crearsi fessurazioni.

La prova di permeabilità (153) sul rivestimento o strato di copertura di calcestruzzo o di malta sul prodotto finito sarà effettuata con l'apparecchiatura di cui al punto 4.3 della norma.

I giunti saranno in uno dei tipi di cui all'Appendice B della norma e comunque secondo specifica di Elenco in

(151) I tubi adatti all'utilizzo con acqua potabile dovranno altresì essere marcati con la lettera "P" appresso al numero della norma UNI EN utilizzata.

(152) Prova di resistenza a compressione su due provini per giorno di fabbricazione e per tipo di impasto.

(153) È basata sull'utilizzo delle normali apparecchiature progettate per misurare la quantità d'acqua assorbita sotto pressione costante.



rapporto alla tipologia dei tubi. La marcatura, da apparire in modo indelebile, riporterà; la *data di fabbricazione*, il *diametro nominale* e la *pressione*, il *riferimento alla norma UNI EN 642* e il *marchio di fabbrica*.

## 53.2. MANUFATTI DIVERSI

### 53.2.1. 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 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento, nel tipo bianco o colorato.

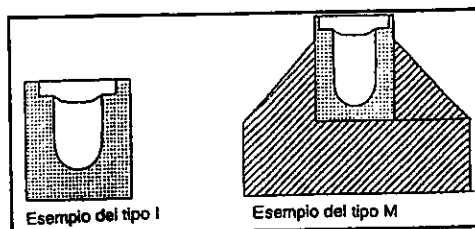
Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide, scivoli, ecc. dovranno in particolare soddisfare ai requisiti stabiliti negli esecutivi di progetto e le prescrizioni di cui al punto 42.10, per quanto compatibile.

### 53.2.2. Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiacato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

**UNI EN 1433** - Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

FIG. 11 - Canalette di drenaggio in calcestruzzo. Tipi.



Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma (154).

Il calcestruzzo dovrà essere conforme al punto 6.3.3 della norma e dovrà avere resistenza a compressione non inferiore a 45 N/mm<sup>2</sup>. La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

### 53.2.3. Lastre per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di 25 x 50 x 5 cm e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso di resistenza Rck non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Le lastre presenteranno superficie in vista liscia e piana, spigoli vivi, fianchi conformati a giunto aperto e conveniente stagionatura.

### 53.2.4. Elementi a griglia per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di circa 0,25 m<sup>2</sup> e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso, di resistenza non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, opportunamente armato con tondini di acciaio del diametro minimo di 3 mm. Ogni elemento avrà uno spessore di 9 + 10 cm e massa compresa tra 30 + 35 kg; presenterà inoltre cavità a tutto spessore, di superficie pari circa il 40% dell'intera superficie, e naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro.

Potranno essere richiesti pezzi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato (da utilizzarsi in quelle particolari posizioni in cui fossero previsti sforzi di trazione, specie in corrispondenze di cambiamenti di pendenza del rivestimento) ed inoltre pezzi speciali per la protezione delle superfici coniche.

## Art. 54

### LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI - MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

## 54.1. BITUMI

### 54.1.1. Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

**UNI EN 12591** - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C (155) riportate nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia.

TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di ramollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-6	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,6	1

(154) Gruppo 1 (min. classe A15): aree pedonali o ciclabili; Gruppo 2 (min. classe B 125): percorsi pedonali, parcheggi per auto private; Gruppo 3 (min. classe C250): Gruppo 4 (min. classe D400): strade rotabili, parcheggi; Gruppo 5 (min. classe E600): aree soggette a carichi su grandi ruote, darsene; Gruppo 6 (classe F900): pavimentazioni aeroportuali.

(155) Secondo le norme CNR, Fasc. n. 68/78 la designazione era costituita dalla lett. B seguita dall'intervallo di penetrazione che caratterizza il legante.

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e prEN 13924.

#### 54.1.2. Bitumi da spalmatura

Dovranno essere del tipo ossidato e rispondere ai requisiti di cui alla seguente norma di unificazione:

UNI 4157 - Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione.

I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella Tabella 44 b. L'indice di penetrazione sarà determinato con il metodo riportato nelle norme UNI.

TAB. 44 b - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche

CARATTERISTICA	Unità di misura	TIPO						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di rammolimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 <sup>-1</sup> mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max. -6	max. -12	max. -10	max. -18	max. -18	max. -13	max. -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5

#### 54.1.3. Bitumi liquidi

Bitumi di fluidità nettamente maggiore dei precedenti (per la presenza in essi di olii provenienti dal petrolio o dal catrame di carbon fossile e destinati ad evaporare, almeno in parte, dopo l'applicazione) dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi" di cui al Fasc. n. 7 CNR diffuso con circolare ministeriale 30 settembre 1957, n. 2759.

#### 54.1.4. Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842 (156).

Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

TAB. 45 - Emulsioni bituminose. Classificazione

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
— contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino.

Nel caso di impiego di rocce "acide" idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell'emulsione emulsivi "cationici" quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilamina, la stearylamina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido.

All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

#### 54.1.5. Mastice bituminoso

Sarà ottenuto per intima mescolanza dei bitumi UNI 4157 di cui al precedente punto 54.1.2. e fibrette di minerali e/con dei filler in percentuali (in massa, riferite al prodotto finito) non superiori al 5% per le fibre e al 20% per il filler.

#### 54.2. ASFALTO E DERIVATI

Costituito di carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L'asfalto sarà in pani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

#### 54.2.1. Polveri di rocce asfaltiche

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale.

Ai fini applicativi le polveri verranno distinte in tre categorie, delle quali la I per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio, la II per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle e la III come additivo per i conglomerati.

Le polveri di I e II categoria dovranno avere finezza tale da passare per almeno il 95% dallo staccio 2 UNI 2332; quelle della III categoria, la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). In tutti i casi le polveri dovranno presentarsi di consistenza finemente sabbiosa e di composizione uniforme e costante.

#### 54.2.2. 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 odore 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 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del 14 + 16 %). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

#### 54.2.3. Asfalto colato

Costituito da mastice di roccia asfaltica, bitume ed aggregati litici calcarei di appropriata granulometria, dovrà presentare i requisiti di cui alla norma UNI 5654 ed in particolare contenuto di bitume non inferiore all'11%, punto di rammollimento  $60 \div 80$  °C, prova di scorrimento ed impermeabilità all'acqua positive; il bitume dovrà avere solubilità del 99% min. e penetrazione a 25 °C tra 20 ed 80 dmm. Per le altre caratteristiche si rinvia alla norma citata.

#### 54.2.4. Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche

Gli olii asfaltici da impiegarsi nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo saranno di tipo diverso in rapporto alle polveri con cui verranno impiegati ed in rapporto anche alla stagione: tipo "A" per la stagione invernale e tipo "B" per quella estiva. In ogni caso gli olii dovranno presentare un contenuto in acqua non superiore allo 0,50%, in fenoli non superiore al 4% ed inoltre:

- a) - Olii di tipo A (invernali):
- per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25 °C da 3 a 6; punto di rammollimento del residuo a 330 °C (palla ed anello)  $30 \div 45$  °C;
  - per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 10; punto di rammollimento c.s.  $55 \div 70$  °C;
- b) - Olii di tipo B (estivi):
- per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25 °C da 4 a 8; punto di rammollimento c.s.  $35 \div 50$  °C;
  - per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 15; punto di rammollimento c.s.  $55 \div 70$  °C.

#### 54.3. CARTA FELTRO

Composta da una mescolanza appropriata di fibre tessili naturali (animali, vegetali), sintetiche e minerali, non colate e con alto potere assorbente, dovrà soddisfare le prescrizioni della norma UNI 3682. Potrà essere richiesta nel tipo "C" (160, 180, 220, 260, 315, 450) o nel tipo "R" (224, 280, 333, 400, 450), la sigla numerica corrispondendo alla massa areica ( $\pm 5\%$ ). Per la fornitura la carta presenterà superficie regolare senza difetti di sorta.

#### 54.4. MEMBRANE PREFABBRICATE

##### 54.4.0. Generalità

Per le membrane in argomento si farà riferimento alla specifica normativa UNI, più avanti riportata; in subordine, alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso l'IGLAE ed accettate dalla Direzione Lavori. Per l'identificazione le membrane saranno suddivise in quattro categorie fondamentali:

- membrane a base bituminosa, con impiego di bitume ossidato;
- membrane a base di bitume-polimero, con impiego sia di plastomeri (es. polipropilene atattico APP), sia di elastomeri (es. stirene butadiene stirene SBS);
- membrane a base plastomerica (es. polivinilcloruro PVC);
- membrane a base elastomerica (es. etilene propilene diene EPDM).

La classificazione (e la relativa designazione) sarà effettuata secondo la norma UNI 8818 con il criterio seguente: composizione della massa impermeabilizzante; tipologia del materiale di armatura; tipologia del materiale di finitura sulla faccia superiore e su quella inferiore. Valgono le norme:

UNI 8629/1 - Membrane per impermeabilizzazione delle coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.

UNI 8898/1 - Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Terminologia, classificazione e significatività delle caratteristiche.

In base all'impiego le membrane saranno individuate con simboli letterari da "A" ad "E" secondo la norma UNI 8629/1 superiormente riportata. Le prove e le determinazioni per l'accettazione delle membrane saranno effettuate secondo le norme UNI 8202, da 8202/02 a 8202/35.

**54.4.1. Supporto in veli di fibre di vetro**

Sarà costituito da veli, preferibilmente armati con fili di vetro. Il collante (resina o altro), non dovrà presentare alcuna dispersione nel bitume e dovrà 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 10N/cm. I supporti dovranno comunque rispettare la normativa UNI 6825 (prescrizioni e metodi di prova) nonché per le definizioni, le tolleranze e le determinazioni le UNI 5958, 6266, 6484, 6537, 6539 e 6540.

**54.4.2. Membrane a base di carte feltro e vetro veli bitumati**

Designate in codice con lettere alfabetiche, le prime da "A" a "C", le seconde da "D" ad "H" secondo composizione e finitura, saranno conformi per caratteristiche dimensionali, resistenza meccanica e resistenza termica alle prescrizioni della norma UNI 9168.

**54.4.3. Membrane a base di bitume ossidato fillerizzato**

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-7 e 8629-8.

**54.4.4. Membrane a base di bitume-polimero plastomerico**

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-2 e 8629-5.

**54.4.5. Membrane a base di bitume-polimero elastomerico**

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629-3.

**54.4.6. Membrane a base plastomerica in polivinilcloruro**

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629-6.

**54.4.7. Membrane a base elastomerica**

Per i tipi etilene-propilene-diene e isoprene-isobutilene, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della seguente norma:

UNI 8629/4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per i tipi EPDM e IR per elementi di tenuta.

**ART. 55****ADESIVI - SIGILLANTI - GUARNIZIONI - IDROFUGHI - IDROPELLENTI - ADDITIVI****55.1. ADESIVI**

Saranno costituiti da resine, prodotti cementizi o prodotti misti, di resistenza adeguata agli sforzi cui potranno essere interessati i materiali aderenti (compressione, trazione, taglio, spellatura, ecc.) nonché alle altre sollecitazioni di diversa natura (fisica, chimica, ecc.) dovute alle condizioni di posa e di impiego. Dovranno inoltre presentare assoluta compatibilità chimica con i supporti, alto grado di adesività e durabilità nelle condizioni di lavoro.

Per l'accettazione, i prodotti adesivi saranno accompagnati da fogli informativi, forniti dal produttore, dove siano indicati: il campo di applicazione, le caratteristiche tecniche (157), gli eventuali prodotti aggiuntivi di miscela, le modalità di applicazione e le controindicazioni. Saranno altresì indicate le norme di riferimento e le certificazioni di prova. Le prove potranno essere fatte secondo la normativa dichiarata o secondo le UNI in vigore per la caratteristica da controllare.

Ad applicazione avvenuta gli adesivi dovranno risultare insolubili in acqua, chimicamente inerti, stabili agli sbalzi di temperatura, ininfiammabili e atossici (158). Gli eventuali additivi (catalizzatori, stabilizzanti, solventi, plastificanti, cariche) dovranno essere compatibili con i materiali di base senza compromettere le prestazioni richieste.

**55.1.1. Adesivi per piastrelle**

Potranno essere di tipo cementizio (C), di tipo in dispersione (D) o di tipo reattivo (R) e dovranno rispondere alle specificazioni di cui alla seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 12004 - Adesivi per piastrelle. Definizioni e specificazioni.

Gli adesivi per piastrelle avranno, per i rispettivi tipi, i requisiti riportati nei prospetti 1, 2 e 3 della norma. La classificazione, oltre che al tipo, farà anche riferimento alle classi, così designate: 1 (adesivo normale); 2 (migliorato); F (a presa rapida); T (con scivolamento limitato); E (con tempo aperto prolungato, per i tipi C e D); fermo restando che ogni adesivo potrà avere più classi.

La marcatura e l'etichettatura riporteranno: il nome del prodotto, il marchio di fabbrica; la data o il codice di produzione; il riferimento alla norma; il tipo di adesivo e le istruzioni per l'uso (159). La marcatura CE dovrà riportare i dati e le caratteristiche di cui al modello ZA.3.2 dell'Appendice ZA alla norma UNI EN 12004.

(157) Ad esempio, nel caso di adesivi per piastrelle, i dati tecnici, dovranno specificare:

- i dati identificativi del prodotto: composizione, consistenza, colore, peso specifico, residuo, solido, ecc.
- i dati applicativi: rapporto di impasto, speso specifico, pH e durata dello stesso, temperatura di applicazione, tempo di apertura (a 20 °C e 60% U.R.), tempi di registrazione, di transitabilità e di indurimento finale, tempo per l'esecuzione di fughe.
- Le prestazioni finali: resistenza all'umidità, all'invecchiamento, ai solventi e agli oli, agli acidi e agli alcali, alla temperatura; resistenza alla compressione, alla flessione e allo strappo (dopo 28 d), resistenza ai cicli gelo-disgelo; flessibilità.

(158) L 78/907 CEE.

(159) Le istruzioni per l'uso dovranno comprendere: le proporzioni di miscelazione (se del caso); il tempo di maturazione (se del caso); il tempo utile di impiego; il modo di applicazione; il tempo aperto; l'intervallo di tempo prima della sigillatura e dell'apertura al traffico (se del caso); il campo di applicazione.

## 55.2. SIGILLANTI

## 55.2.0. Generalità

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e l'ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo *preformato* o *non preformato*, (160) questi ultimi a media consistenza (mastici) o ad 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 più 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 facilità e possibilità d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente  $+5/ \pm 40$  °C), la perfetta adesività, 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.

Il meccanismo di indurimento (vulcanizzazione) potrà essere attivato dalla umidità atmosferica (siliconi, polisolfuri, poliuretani), dall'ossidazione atmosferica (oli essiccanti), dall'evaporazione del solvente o della fase disperdente (polimeri acrilici, gomme butiliche), da reazioni chimiche con induritori nei sistemi bicomponenti (polisolfuri, poliuretani, siliconi, polichloropreni, epossidi) ed infine dal calore (plastisoli vinilici termoindurenti ecc.).

Per l'accettazione i sigillanti dovranno presentare compatibilità chimica con il supporto di destinazione, allungamento a rottura compatibile con le deformazioni dello stesso supporto, durabilità ai cicli termogravimetrici prevedibili nelle condizioni di impiego nonché alle azioni chimico-fisiche degli agenti atmosferici nell'ambiente di destinazione.

Le prove saranno effettuate secondo le metodologie UNI e UNI EN (di classifica ICS 91.100.10 e 91.100.50) o, in subordine, secondo i metodi di riferimento del produttore (ASTM (161), ecc.); potranno essere utili, per valutazioni di massima, anche le prove riportate in nota (162). Si richiamano le norme:

- UNI EN 26927 - Edilizia, Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario.  
UNI EN ISO 11600 - Edilizia. Prodotti per giunti. Classificazione a requisiti per i sigillanti.  
UNI EN 13888 - Sigillanti per piastrelle. Definizioni e specificazioni.

I sigillanti per piastrelle UNI EN 13888 potranno essere a base cementizia (normali: CG1, migliorati: CG2) o a base di resine reattive (RG). Caratteristiche opzionali saranno l'elevata resistenza all'abrasione (Ar) e l'assorbimento d'acqua ridotta (W).

## 55.2.1. Sigillanti siliconici

Costituiti da uno o due componenti a base di polimeri dimetilsilossanici (siliconi), avranno di norma consistenza di pasta semidensa e si trasformeranno, a vulcanizzazione avvenuta dopo applicazione, in prodotti solidi elastici ad alto recupero.

Come elementi caratterizzanti i sigillanti siliconici presenteranno facilità di applicazione in un vasto arco di temperature (-40/ +70 °C ed oltre, secondo formulazione), ottima resistenza agli agenti atmosferici, all'ossidazione, alla luce solare ed alla pioggia (non meno di 8000 ore in test ASTM con apparecchiatura "Weather Ometer"). Le altre caratteristiche saranno mediamente conformi ai valori riportati nella Tab. 46.

I sigillanti siliconici presenteranno ottima adesione su una vasta gamma di materiali; tuttavia su alcune superfici (alluminio, bronzo, lamiera stagnata, mattoni, pietra, legno e materiali porosi in genere) sarà prescritto il pretrattamento con appositi "primers".

TAB. 46 - Sigillanti siliconici monocomponenti. Caratteristiche

CARATTERISTICHE	Valore limite
Variazione di volume dopo trattamento termico	max. -10%
Adesione dopo l'azione delle radiazioni ultraviolette	nessuna rottura o distacco dal supporto all'allungamento del 60%
Proprietà tensili - tensione al 100% di allungamento	Modulo basso $\leq 0,4$ N/mm <sup>2</sup> Modulo basso $> 0,4 \leq 0,6$ N/mm <sup>2</sup> Modulo alto $> 0,6$ N/mm <sup>2</sup>
Recupero elastico	min. 80%
Resistenza allo scorrimento	max. 2 mm

(160) V. classificazione UNIPLAST: Materiali di tenuta.

(161) American Society for Testing Materials.

(162) Per i sigillanti elastomerici potranno venire richieste le seguenti prove di caratterizzazione:

- Prova di adesione: un provino di sigillante, di dimensioni 12 x 12 x 48 mm, applicato nel senso della lunghezza tra due piastre ricavate con lo stesso materiale da sigillare, con l'osservanza delle prescrizioni d'impiego e con l'uso di eventuali "primer", dovrà potersi allungare, dopo indurimento, del 150% rispetto alla dimensione iniziale e mantenere questo allungamento per 24 ore a 25 °C e 50% U.R. senza scorpinarsi o rompersi o perdere adesività. A prova ultimata il provino, sottoposto ad allungamento a rottura, dovrà rompersi per rilascio adesivo, ma non coesivo.
- Prova di resistenza all'acqua: un provino già indurito, immerso in acqua per almeno 7 giorni, dovrà superare positivamente la prova di cui alla lett. a).
- Prova di resistenza alle basse temperature: un provino preparato come in a) e sottoposto per 4 ore alla temperatura di -25 °C, dovrà potersi allungare del 100% senza rotture di sorta.
- Prova di resistenza alle alte temperature: un provino preparato come in a) e sottoposto per 24 ore alla temperatura di +75 °C, dovrà potersi allungare del 100% senza rotture di sorta.
- Prova di recupero elastico: un provino preparato come in a) e sottoposto dopo indurimento ad un allungamento del 100% per 24 ore, dovrà recuperare, e rilascio del carico, non meno dell'80% della dilatazione subita, nel tempo di 60 secondi.

Per i sigillanti elasto-plastici e plastici potranno invece venire richieste le seguenti prove corrispondenti:

- Prova di adesione: sarà effettuata solo per i tipi elasto-plastici a solvente, con le modalità di cui alla corrispondente prova a) ma con la riduzione dell'allungamento al 50-75% della dimensione iniziale, secondo i casi.
- Prova di resistenza all'acqua: un provino di sigillante, di dimensioni 6 x 12 x 240 mm, indurito su supporto antiadesivo, immerso in acqua per 7 giorni e ricondizionato per 24 ore a 25 °C e 50% U.R., non dovrà presentare una variazione di massa superiore al 10%.
- Prova di resistenza alle basse temperature: un provino preparato come in b) e sottoposto per 4 ore alla temperatura di -25 °C, dovrà rimanere inalterato e non presentare crepe per piegamento a 180°.
- Prova di resistenza alle alte temperature: un provino preparato come in b) e sottoposto per 24 ore alla temperatura di +65 °C, dovrà rimanere inalterato e non presentare crepe per piegamento a 180°.
- Prova di recupero elastico: un provino di sigillante elasto-plastico, preparato come in a) e sottoposto dopo indurimento ad un allungamento del 50% per 24 ore, dovrà recuperare, e rilascio del carico, non meno del 15% della dilatazione subita, nel tempo di 60 secondi.

### 55.2.2. Sigillanti poliuretani

Costituiti da un vasto numero di componenti base, potranno essere mono o bicomponenti, autolivellanti o tixotropici. Saranno caratterizzati in ogni caso da eccezionale resistenza all'abrasione, eccellente resistenza agli oli, buona flessibilità alle basse temperature, eccellente elasticità, buona resistenza ai solventi e al fuoco.

### 55.2.3. Sigillanti polisolfurici

Costituiti da uno o due componenti a base di polimeri polisolfurici, i sigillanti in argomento dovranno presentare elevata elasticità, ottima resistenza ai raggi ultravioletti, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, e inoltre all'acqua, agli oli, ai grassi ed a molti solventi, ai carburanti, ecc.

### 55.2.4. Sigillanti a basso recupero elastico

Nel tipo elasto-plastico saranno costituiti da elastomeri a base acrilica o butilica (in solvente), nel tipo plastico da prodotti a base di poliisobutilene in pani o profilati a sezione varia o a base di oli essiccativi o mescole speciali di elastomeri e bitume.

Destinati nel primo tipo alla sigillatura di giunti soggetti a limitato movimento ( $\pm 5\%$  sull'ampiezza del giunto) o nel secondo a giunti fissi, avranno in tutti i casi buona resistenza all'azione dei raggi u.v. e agli sbalzi di temperatura ( $-25/+70$  °C). Caratteristiche più specifiche comunque, ove non riportate in Elenco, saranno prescritte dalla Direzione in rapporto ai particolari campi d'impiego.

## 55.3. GUARNIZIONI

### 55.3.0. Generalità

Materiali di tenuta al pari dei sigillanti, ma allo stato solido preformato (e anche prevulcanizzato o prepolimerizzato), potranno essere costituiti da prodotti elastomerici o da materie plastiche (163).

Con riguardo alla struttura fisica e alle caratteristiche meccaniche le guarnizioni si distingueranno poi in *compatte* (normali o strutturali, quest'ultime dotate anche di portanza meccanica) ed *espansive* (a celle aperte o chiuse). Caratteristiche comuni dovranno essere comunque l'ottima elasticità, la morbidezza, la perfetta calibratura, la resistenza agli agenti atmosferici e in generale all'invecchiamento. Resta stabilito comunque che, ove non diversamente prescritto, le guarnizioni saranno fornite nel tipo elastomerico. Vale la norma:

UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

### 55.3.1. Guarnizioni elastomeriche

Avranno le prestazioni prescritte in Elenco o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori. Per le prove si farà riferimento alle norme UNI, UNI EN o UNI EN ISO o, in subordine, alle norme ASTM o a quelle diverse di cui alla certificazione di riferimento.

### 55.3.2. Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC)

Realizzate con cloruro di polivinile ad alto peso molecolare ( $K > 70$ ), avranno resistenza a trazione compresa tra 14 + 20 MPa, allungamento a rottura compreso tra 200 + 350% e durezza Shore A compresa tra 76 + 80 punti.

Le guarnizioni presenteranno vasta gamma di colori e inoltre ottima resistenza all'invecchiamento, agli acidi e basi concentrate, alle soluzioni saline e agli agenti ossidanti. Le temperature d'impiego saranno comprese tra  $-25/+50$  °C; le caratteristiche meccaniche corrisponderanno alle norme stabilite per le guarnizioni (ASTM C-542 od UNI).

### 55.3.3. Guarnizioni in poliuretano espanso

Saranno di norma costituite da espansi a celle aperte (densità 60 + 80 kg/m<sup>3</sup>) impregnati di una speciale miscela bituminosa (in rapporto di 80 + 90 kg/m<sup>3</sup>). La schiuma sarà autoestinguenta e inoltre resistente agli acidi, alle basi, agli agenti atmosferici e alla temperatura (fino a 100 °C).

In applicazione, le proprietà di tenuta saranno determinate dai seguenti gradi di compressione:

- al 50% dello spessore originario, per la tenuta all'aria e alla polvere;
- al 25% dello spessore originario, per la tenuta agli agenti atmosferici;
- al 15% dello spessore originario, per la tenuta al vapore e all'acqua (idrost.).

## 55.4. IDROFUGHI

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte o ai calcestruzzi cui verranno addizionati efficace e duratura impermeabilità senza peraltro alterare le qualità fisico meccaniche delle stesse né aggredire gli eventuali ferri di armatura. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonaci cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità.

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate riportanti, oltre al tipo di materiale, il nome della ditta produttrice e le modalità di impiego. Le caratteristiche del prodotto dovranno essere adeguatamente certificate.

## 55.5. IDROPELLENTI

Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa o 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 o 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 traspirabilità delle strutture. Prove di idrorepellenza, 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 dovranno essere approvvigionati come al precedente punto 55.4. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

#### 55.6. ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aereanti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno rispettare le specificazioni della normativa UNI EN 934 (2-3-4-6); in particolare, per i calcestruzzi, la norma UNI EN 934-2, richiamata al paragrafo 11 del D.M. 14 settembre 2005, e che qui si riporta in titolo:

**UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

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, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti e alle disposizioni vigenti.

Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro o 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.

Tutti gli additivi per calcestruzzi e malte dovranno essere marcati CE; detta marcatura riporterà le informazioni contenute nella Fig. ZA.1 di cui all'Appendice ZA della norma. Il sistema di attestazione della conformità alla parte armonizzata della norma di riferimento sarà, per i calcestruzzi, del tipo "2+". Si richiamano inoltre le UNI 8146 (Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi) e la UNI 9527 (Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici).

### Art. 56

## PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

#### 56.0. GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

#### 56.1. LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE

Formate con resine poliestere armate con fibre di vetro, dovranno presentare elevata resistenza meccanica, stabilità dimensionale, elasticità, resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici e agli sbalzi termici. Dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni delle norme UNI 6774 e 6775.

#### 56.2. TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

##### 56.2.0. Generalità

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile (164), esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1401-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 1452-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- UNI EN 1452-2** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi (165).
- UNI EN 1453-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- UNI EN 1456-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione a per il sistema.
- UNI 10968** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

##### 56.2.1. Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organoleptico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

(164) Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalla superiore norma e alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario.

Le mescolanze avranno comunque massa volumica compresa tra  $1,37 \pm 1,45 \text{ g/cm}^3$ , carico unitario a snervamento non inferiore a  $480 \text{ kgf/cm}^2$ , allungamento a snervamento minore del 10%, modulo di elasticità di circa  $30.000 \text{ kgf/cm}^2$ , coefficiente di dilatazione termica lineare compreso tra  $60 + 80 \text{ per } 10^4 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  (le caratteristiche delle mescolanze hanno valore indicativo e non dovranno confondersi con le caratteristiche dei tubi previste dalla superiore normativa).

(165) V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento del gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

TAB. 47 - Lastre ondulate traslucide. Tipi unificati

Presso P mm	Altezza d'onda h mm
78	17
146	48
152,4	47
152,4	50
177	51

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu e crema. Avranno diametro esterno nominale e spessori nominali di parete come da Tab. 48 dove il coefficiente di impiego è un coefficiente di sicurezza.

La massa volumetrica " $\rho$ " dei tubi, misurata secondo ISO 1183 a 23 °C, dovrà essere compresa tra 1350 e 1460 kg/m<sup>3</sup>; la resistenza minima richiesta, MRS, come definita dalla EN 1452-1, dovrà essere di almeno 25 MPa (N/mm<sup>2</sup>). La pressione operativa ammissibile (PFA), per temperature fino a 25 °C, sarà uguale alla pressione nominale PN; per temperature comprese tra 25 e 45 °C, alla PN sarà applicato un coefficiente di riduzione dato dal diagramma riportato nell'Appendice A della UNI 1452-2.

Come caratteristiche meccaniche i tubi con spessore nominale di parete  $\leq 14,9$  mm, provati secondo EN 744, dovranno avere un TIR (percentuale reale di rotura)  $\leq 10\%$ ; i tubi della serie da S5 a S10 dovranno essere sottoposti a prova di livello medio, M, e quelli della serie da S12,5 a S20, a prova di livello elevato, H, secondo il prospetto 6 della norma. Si farà invece riferimento al prospetto 7 per la prova di resistenza alla pressione idrostatica interna (secondo EN 921). I tubi dovranno presentare temperatura di rammollimento Vicat  $\geq 80$  °C, ritiro longitudinale  $\leq 5\%$  e non devono contenere cloruro di vinile monomero in quantità maggiore di 1 ppm (ISO 6401).

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale  $\times$  spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

### 56.2.2. Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U" (166) e "UD" (167) in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità, con particolare riferimento ai Prospetti 1 e 2 della stessa e ai metodi di prova di cui alla UNI EN 291. Saranno colorati in tutto il suo spessore, di regola nei colori marrone arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037) (168).

I diametri esterni e gli spessori minimi e massimi dovranno essere conformi, in rapporto alla diversa rigidità anulare nominale SN (kN/m<sup>2</sup>) ai valori riportati nella Tabella 49; lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione), misurato direttamente dopo la produzione, dovrà essere non superiore a 0,024  $d_n$ . Per le dimensioni dei raccordi, dei bicchieri e dei codoli, sarà fatto riferimento ai punti 6.3 e 6.4

della UNI EN citata; per la tipologia dei raccordi, al punto 6.5.

TAB. 48 - Tubi e raccordi per adduzione d'acqua. Spessori nominali di parete minimi (mm)

Diametro esterno nominale	Spessore di parete nominale (minimo)						
	Serie Tubi S						
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)
$d_n$	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,5$						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
	Pressione nominale PN basata sui coefficienti di impiego (progetto) $C = 2,0$						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
110	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	-
250	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	-
280	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	-
315	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	-
355	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-
400	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-
450	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-
500	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-
560	13,7	17,2	21,4	26,7	-	-	-
630	15,4	19,3	24,1	30,0	-	-	-
710	17,4	21,6	27,2	-	-	-	-
800	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-
900	22,0	27,6	-	-	-	-	-
1000	24,5	30,6	-	-	-	-	-

TAB. 49 - Tubi di PVC-U per condotte di scarico interrato. Diametri nominali e spessori

Diametro nominale DN/GD Diametro esterno nominale $d_n$	Diametro esterno medio $d_{em.max.}$	SN2		SN4		SN6	
		SDR51		SDR41		SDR34	
		$e_{min.}$	$e_{min.max.}$	$e_{min.}$	$e_{min.max.}$	$e_{min.}$	$e_{min.max.}$
110	110,3	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125,3	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160,4	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200,5	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250,5	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315,6	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	1,04
400	400,7	7,9	8,9	9,6	11,0	11,7	13,1
500	500,9	9,8	11,0	12,3	13,8	14,5	16,3
630	631,1	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
800	801,3	15,7	17,5	19,6	21,6	-	-
1000	1001,6	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Nota: Per le definizioni e la simbologia v. il punto 3 della UNI EN 1401-1

(166) Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

(167) Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

(168) Secondo il registro dai colori RAL 840-HR.



I tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) da prova d'urto non superiore al 10% (prova EN 744) ed inoltre una temperatura di rammollimento Vicat (VST) superiore a 79 °C ed un ritiro longitudinale (EN 743) non superiore al 5%. Per i raccordi si farà riferimento ai Prospetti 11 e 13 della norma.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

### 56.3. TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE

#### 56.3.1. Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi), UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del *compound* sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione, diametri di 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, ..... 630 mm, spessore di parete minimo connesso ai due tipi di serie (SDR 17,6 e SDR 11) come da prospetto 2 della norma e caratteristiche di cui in precedenza, specificherà anche il tipo di fluido interno (gas). Si richiamano le norme:

- UNI 8849 - Raccordi di polietilene saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni a requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- UNI 8850 - Raccordi di polietilene saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas Combustibile. Tipi dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- UNI EN 13774 - Valvole per i sistemi di distribuzione gas con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar.

#### 56.3.2. Tubi per distribuzione d'acqua (169)

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma:

- UNI EN 12201-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi.

Saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma UNI EN 12201-1, avranno colore blu o nero con strisce blu e dovranno rispettare le prescrizioni regolamentari vigenti (D.M. 21.03.1973, Circ. Min. San. 2.12.1978, n. 102). Avranno dimensioni nominali e spessore di parete come al prospetto 2 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 54, e caratteristiche meccaniche e fisiche come ai prospetti 3, 4 e 5. In particolare: resistenza alla pressione idrostatica ad 80 °C (prova EN 921), allungamento a rottura  $\geq 350\%$  (prove EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3), indice di fluidità in massa MFR con variazione a seguito della lavorazione  $\pm 20\%$  (prova EN ISO 1133, condizione T), tempo di induzione all'ossidazione  $\geq 20$  min (prova EN 278).

Ove per installazioni particolari fosse necessario valutare la resistenza chimica, i tubi dovranno essere classificati secondo le ISO 4433-1 e ISO 4433-2 (170).

I tubi dovranno essere marcati in materia indelebile con le seguenti specifiche: numero della norma, marchio di fabbrica, dimensioni ( $d_n \times e_n$ ), serie SDR, materiale e designazione (es. PE 80), classe di pressione in bar (PN), periodo di produzione.

#### 56.3.3. Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi

Destinate ad essere adoperate per interrimento nel suolo, per sbocchi a mare, per posa in acqua, in sospensione sotto ponte, ecc., con una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar, con temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C, dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

- UNI EN 13244-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione, interrati e non, per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e per scarichi. Generalità.
- UNI EN 13244-2 - idem. Tubi.

I tubi saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma 13244-1, avranno colore nero o nero con strisce di colore marrone e dovranno essere saldabili. La resistenza minima a trazione (MRS) sarà di 8,0 MPa per il materiale PE 80 e di 10,0 MPa per quello PE 100.

Le dimensioni nominali prevedono diametri da 32 a 1600 mm con spessori di parete uguali a quelli dei tubi UNI EN 12201-2 riportati in Tab. 50. Lo stesso dicasi per le caratteristiche meccaniche e fisiche.

#### 56.3.4. Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma (171):

- UNI 10968-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di polietilene di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 - Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

(169) Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 - Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

(170) Una guida per la resistenza dei tubi di polietilene ai prodotti chimici è data dalla ISO/TR 10350.

(171) In fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476.

TAB. 50 - Tubi di polietilene per distribuzione d'acqua. Spessori di parete e relative tolleranze (mm) (172)

Serie dei tubi	SDR 7,4 S 3,2		SDR 11 S 5		SDR 17 S 8		SDR 26 S 12,5	
	Pressione nominale PN in bar							
PE 80	PN 20		PN 12,5		PN 8		PN 5	
PE 100	PN 25		PN 16		PN 10		PN 6	
Dimensione nominale	Spessore di parete							
	e <sub>min.</sub>	e <sub>max.</sub>	e <sub>min.</sub>	e <sub>max.</sub>	e <sub>min.</sub>	e <sub>max.</sub>	e <sub>min.</sub>	e <sub>max.</sub>
40	5,5	6,2	3,7	4,2	2,4	2,8	-	-
50	6,9	7,7	4,6	5,2	3,0	3,4	2,0	2,3
63	8,6	9,6	5,6	6,5	3,8	4,3	2,5	2,9
75	10,3	11,5	6,8	7,6	4,5	5,1	2,9	3,3
90	12,3	13,7	8,2	9,2	5,4	6,1	3,5	4,0
110	15,1	16,8	10,0	11,1	6,6	7,4	4,2	4,8
125	17,1	19,0	11,4	12,7	7,4	8,3	4,8	5,4
140	19,2	21,3	12,7	14,1	8,3	9,3	5,4	6,1
160	21,9	24,2	14,6	16,2	9,5	10,6	6,2	7,0
180	24,6	27,2	16,4	18,2	10,7	11,9	6,9	7,7
200	27,4	30,3	18,2	20,2	11,9	13,2	7,7	8,6
225	30,8	34,0	20,5	22,7	13,4	14,9	8,6	9,6
250	34,2	37,8	22,7	25,1	14,8	16,4	9,6	10,7
280	38,3	42,3	25,4	28,1	16,6	18,4	10,7	11,9
315	43,1	47,6	28,6	31,6	18,7	20,7	12,1	13,5
355	48,5	53,5	32,2	35,6	21,1	23,4	13,6	15,1
400	54,7	60,3	36,3	40,1	23,7	26,2	15,3	17,0
450	61,5	67,8	40,9	45,1	26,7	29,5	17,2	19,1
500	-	-	45,4	50,1	29,7	32,8	19,1	21,2
560	-	-	50,8	56,0	33,2	36,7	21,4	23,7
630	-	-	57,2	63,1	37,4	41,3	24,1	26,7
710	-	-	-	-	42,1	46,5	27,2	30,1
800	-	-	-	-	47,4	52,3	30,6	33,8
900	-	-	-	-	53,3	58,8	34,4	38,3
1000	-	-	-	-	59,3	65,4	38,2	42,2

CLASSE A - Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro fabbricati su mandrino per avvolgimento di fili.  
(Sono da considerare inclusi, anche se non espressamente indicati dalla normativa, i tubi caricati con inerti silicei onde aumentare il grado di rigidità);

CLASSE B - Tubi con «liner» in termoplastico;

CLASSE C - Tubi in aggregato con resine termoindurenti;

CLASSE D - Tubi monoparete prodotti per centrifugazione;

CLASSE E - Tubi monoparete rinforzati con nervature prodotti su mandrino;

CLASSE F - Tubi a doppia parete prodotti su mandrino.

Con riferimento all'impiego i tubi verranno distinti in Tipi secondo il Prospetto I della UNI 9032, tra le quali: T1 (in pressione, temperatura fino a 60 °C per convogliamento di acqua potabile o da potabilizzare, secondo D.M. 21 marzo 1973 e Circolare 2 dicembre 1978, n. 102 del Ministero della Sanità); T2 (in pressione, temperatura fino a 60 °C, per convogliamento di fluidi alimentari); T3 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di liquami e scarichi civili); T4 (per irrigazione); T5 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di acqua di mare e prodotti chimici).

Per quanto riguarda i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI 9033/1\*+17\* di pari oggetto. Potrà farsi pure riferimento, per quanto non contemplato dalla citata normativa e non in contrasto con le presenti norme al «Disciplinare tra la fornitura e posa in opera di tubazioni in plastica rinforzati con fibre di vetro» in uso presso la ex Cassa per il Mezzogiorno.

#### 56.4.1. Materiali

Le resine generalmente impiegate saranno quelle del tipo poliestere insature. Potranno essere impiegate anche quelle del tipo epossidiche o altre termoindurenti purché non diversamente prescritto o particolarmente escluso.

Le resine potranno contenere cariche (ad es. per controllare la viscosità, migliorare la resistenza all'abrasione, aumentare il grado di rigidità, la resistenza all'urto, ecc.) ed eventuali pigmenti coloranti purché di tipo compatibile con la resina e con l'uso previsto per i manufatti.

I rinforzi dovranno essere costituiti da fibre di vetro «E» e, per alcune forme, da fibre o scaglie di vetro «C». Essi dovranno essere trattati con appretti idonei ad assicurare un buon legame con la matrice.

Gli acceleranti, i catalizzatori, gli induritori e gli inibitori dovranno essere della qualità ed usati nella quantità previste dal produttore della resina al fine della completa polimerizzazione dello stratificato in relazione alle tecnologie di lavorazione.

56.4. TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

#### 56.4.0. Generalità

Saranno costituiti da resine poliestere insature termoindurenti, armate con fibre di vetro e sottoposte a processo di polimerizzazione, con aggiunta o meno di cariche, inerti ed agenti polimerizzanti (acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori). La fabbricazione sarà effettuata di norma su mandrino rotante con procedimento per avvolgimento continuo o per centrifugazione.

Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla UNI 9032 (172) che si applica alle seguenti classi di tubi:

### 56.4.2. Composizione dello stratificato

La parete dei tubi e raccordi sarà di norma costruita da una serie di tre strati, costituenti comunque un unico complesso strutturale (stratificato), di cui uno interno (eventualmente rinforzato) ricco di resina, uno meccanico-resistente ed uno esterno.

Gli inerti, se presenti, saranno di norma costituiti da sabbie di quarzo o silicee con contenuto in  $\text{SiO}_2$  non inferiore al 94%, diametro massimo dei granuli non superiore ad 1 mm, contenuto di ferro non superiore allo 0,4% ed umidità non superiore all'1%. La percentuale in massa sarà non superiore al 40% per i tubi in pressione ed al 50% per i tubi da scarico. Il contenuto percentuale dei componenti dovrà essere dichiarato dal fabbricante.

### 56.4.3. Dimensioni

Per i tubi di classe A, C, E, F i diametri nominali DN saranno conformi al Prospetto II di cui al punto 8 delle norme (.....40-50-65-75-80-90-100-110-125-160- 220-250-.....500-600-.....1000-1200-.....4000). I diametri interni «Di» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con uno scostamento limite dell'1,5÷7%. Per le tecnologie di produzione per avvolgimento continuo su mandrino che fanno riferimento al diametro esterno i diametri esterni «De» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con le tolleranze indicate dalle norme AWWA C 950-81.

Le lunghezze utili saranno comprese tra 6 e 18 m con tolleranza + 40/-10 mm sui valori dichiarati. Potranno comunque essere concordate lunghezze di barre differenti.

Per i tubi della classe D i diametri nominali DN saranno conformi all'analogo Prospetto IV delle norme (100-200-300-.....1000-1200-.....4000). I diametri esterni «De» (dichiarati dal produttore) saranno quelli indicati nello stesso prospetto con le relative tolleranze. Le lunghezze saranno non inferiori a 6 m.

### 56.4.4. Classificazione

I manufatti tubolari saranno classificati in base alla loro pressione nominale PN (173) nonché in base alla loro resistenza meccanica trasversale iniziale caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale RG (174). La norma prevede 14 classi di pressione nominale e 4 classi dell'indice di rigidità come alle Tabelle 51 e 52.

TAB. 51 - Tubi in P.R.F.V. Classi di pressione nominale

Pressione nominale PN (bar)	1	2,5	3,2	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	32	40
-----------------------------	---	-----	-----	---	---	---	---	----	------	----	----	----	----	----

TAB. 52 - Tubi in P.R.F.V. - Classi di rigidità

CLASSI	1250	2500	5000	10000
	Indice di rigidità (N/m <sup>2</sup> )(Pa)			
	> 1250 / ≤ 2500	> 2500 / ≤ 5000	> 5000 / ≤ 10000	> 10000

Per le necessità inerenti al calcolo dei tubi, il fattore rigidezza (175) trasversale EJ (o SF: Stiffness Factor) verrà determinato come specificato nella UNI 9033/8'. In ogni caso, per le normali applicazioni di condotte interrate, sarà tassativamente esclusa la classe 1250 (salvo opportuno rinforzo delle sezioni). Per i tubi della classe E con irrigidimenti trasversali la rigidità meccanica sarà definita come al punto 14.5.2 della UNI 9032.

### 56.4.5. Caratteristiche e requisiti di accettazione

I tubi ed i raccordi in PRFV dovranno presentare, unitamente ai requisiti più avverti specificati, superfici lisce ed uniformi esenti da irregolarità e difetti come: delaminazioni, bolle, lesioni fibre affioranti.

La pressione di fessurazione PF (176) dovrà essere non inferiore a quattro volte la pressione nominale PN; quella di rottura PR (177) non inferiore a cinque volte. Questi valori faranno riferimento al breve termine e a materiali completamente polimerizzati (contenuto di stirene non reagito non superiore allo 0,3%).

Per quanto riguarda il comportamento dei materiali a lungo termine si farà riferimento alle normative citate.

I tubi ed i raccordi non a pressione saranno soggetti alle condizioni corrispondenti alla PN 1.

Per PN > 1, la resistenza media longitudinale del solo strato meccanico-resistente dovrà essere tale da sopportare una pressione interna pari a 2 PN, considerato il tronco del tubo a sé stante e chiuso alle estremità. Con riguardo alla tenuta idraulica, i manufatti (tubi o raccordi) sottoposti ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione nominale PN, non dovranno in alcun modo lesionarsi né manifestare perdite.

Per i tubi delle classi A, C, E, F, gli scostamenti limite sul diametro interno dichiarato «Di» saranno come da Tab. 53. Ove il diametro dichiarato fosse quello esterno «De» gli scostamenti saranno conformi alle norme AWWA C 950-81. Per i tubi della classe D gli scostamenti limite saranno come da Prospetto IV allegato alle norme.

TAB. 53 - Tubi PRFV. Classi A, C, E, F.  
Tolleranze sul diametro interno

Scostamenti limite su Di (mm)	
fino a 500	± 1,5
da oltre 500 fino a 1000	± 4
da oltre 1000 fino a 2000	± 5
da oltre 2000 fino a 4000	± 7

(173) La pressione nominale PN corrisponde alla pressione interna massima ammissibile, per servizio continuo, alla temperatura di  $23 \pm 2$  °C, e per convogliamento di acqua (individua il tubo agli effetti della sola resistenza alla pressione interna e non agli effetti della resistenza ai carichi addizionali dei quali dovrà tenersi anche conto in sede di progetto).

(174) L'indice di rigidità trasversale RG è definito dalla formula:  $RG = EJ/D^3$  kgf/cm<sup>2</sup> dove: E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in kgf/cm<sup>2</sup>; J = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della sezione longitudinale della parete stessa in cm<sup>4</sup>/cm; D = diametro nominale del tubo.

(175) Il fattore di rigidezza trasversale SF (Stiffness Factor) viene ricavato dalle formula:  $FS = Fr^2/dy$  kgf.cm dove: F = carico esterno sulla generatrice di un tronco di tubo in kg/cm; r = raggio del tubo in cm; d<sub>r</sub> = deflessione trasversale in cm.

(176) La pressione di fessurazione è la pressione che provoca lesioni alla parete interna del tubo.

(177) La pressione di rottura e la pressione alla quale si hanno danni notevoli che interessano la struttura del tubo. Può coincidere con la pressione di fessurazione.

#### 56.4.6. Designazione e marcatura

La designazione dei tubi e raccordi P.R.F.V. per tutte le applicazioni dovrà comprendere: il tipo di manufatto (tubo o raccordo, secondo simbolo distintivo); la natura del materiale; il riferimento alla norma; la classe; la sigla di cui ai Prospetto VI della norma; il diametro nominale DN; il tipo di utilizzazione come da Prospetto I; la pressione nominale PN; l'indice di rigidità trasversale RG.

La marcatura, da apporsi in maniera indelebile nella zona centrale dei manufatti, dovrà comprendere: la *designazione completa*; la *data di produzione* (mese-anno); il *numero di partita* e il *marchio di fabbrica*.

### Art. 57

## APPARECCHI IDRAULICI

#### 57.0. GENERALITÀ

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente (178). Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto; saranno semplicemente ripulite mediante sabbatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

#### 57.1. VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA

##### 57.1.1. Generalità e materiali

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 1074-1** - Valvola per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali.

e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto 51.0. (nota). La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi (179).

##### 57.1.2. Pressioni

Le valvole destinate a sistemi idrici rientrano nella designazione PN e dovranno essere progettate in modo che le loro pressioni caratteristiche PFA (pressione di esercizio ammissibile), PMA (pressione massima ammissibile) e PEA (pressione di prova ammissibile) siano conformi alla Tab. 54 per la corrispondente PN.

TAB. 54 - Rapporti tra le pressioni caratteristiche e quella nominale

PN	PFA bar	PMA bar	PEA bar
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

##### 57.1.3. Temperature

Le valvole dovranno sopportare temperature di esercizio da 0 °C (escluso il gelo) a 40 °C e temperature di stoccaggio da -20 °C a 70 °C.

(178) La catramatura o la bitumatura dovranno essere eseguite immergendo le parti da proteggere (corpi, coperchi, otturatori, sopraccappelli, premirecche) in un bagno di catrame o di bitume rispettivamente, i pezzi, prima dell'immersione, dovranno essere grezzi di fusione, sbavati ed accuratamente puliti dalla ruggine e dai residui di terra da fonderie, nonché preriscaldati alla temperatura di 110 ± 140 °C. I catrami dovranno essere di tipo minerale, i bitumi del tipo ossidato; entrambi dovranno essere privi di sostanze che possano alterare i caratteri organolettici dell'acqua convogliata. Il rivestimento dovrà risultare di spessore adeguato, uniforme, nonché privo di bolla o squamatura.

(179) La verniciatura dovrà essere eseguita su tutte le parti grezze in vista o interne accessibili (a saracinesca montata) mediante applicazione, salvo diversa specifica, di almeno due mani di vernice protettiva per le saracinesche di ghisa e di vernice a base di alluminio per quelle di acciaio. Tutte le aste di acciaio e le chiavi di manovra dovranno essere protette con vernice bituminosa. Le viti ed i bulloni, montati o da montare, dovranno essere ingrassati ed oleati sulle parti filettate.

#### 57.1.4. Tipi di estremità e intercambiabilità

Le valvole dovranno rispettare i requisiti normalizzati dei relativi sistemi di tubazioni. Per l'intercambiabilità delle valvole frangiate, il loro scartamento dovrà essere in accordo con la EN 558-1 e le loro flange con le norme EN citate al punto 4.6 della UNI EN 1074-1.

#### 57.1.5. Velocità massima dell'acqua

In condizioni di portata costante, le valvole dovranno poter sopportare una velocità di flusso di 2,5 m/s per PFA di 6 bar, di 3 m/s per PFA di 10 bar, di 4 m/s per PFA di 16 bar e di 5 m/s per PFA di 25 bar.

#### 57.1.6. Tenuta

Le valvole dovranno garantire la tenuta ad una pressione d'acqua interna uguale al maggiore dei due valori: PEA ovvero  $1,5 \times PFA$ . Inoltre una tenuta all'entrata di aria, acqua ed ogni corpo estraneo.

#### 57.1.7. Prove

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità riportate nelle rispettive norme ed avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

#### 57.1.8. Attestato di conformità

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

### 57.2. VALVOLE PER CONDOTTE GAS

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

- UNI EN 14141 - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.  
UNI EN ISO 14723 - Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

## Art. 58

### MATERIALI DIVERSI E SPECIALI

#### 58.1. ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

##### 58.1.1. Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare (180) o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzo (181).

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione (182) di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il nome e/o la sigla del fabbricante e la classe, funzione quest'ultima del carico di prova (183) in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari) .....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali) .....	40,0
* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)		

- (180) I telai quadrati saranno preferiti per l'impiego sulle strade pavimentate in lastricato, basolato, ecc. per il migliore adattamento agli elementi della pavimentazione.
- (181) Nella soluzione più frequente, specialmente negli altri paesi europei, il telaio è in ghisa e cemento armato, più facilmente collegabile pertanto al sottostante manufatto in calcestruzzo, mentre il coperchio è in ghisa con riempimento in calcestruzzo. In tali tipi, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 gg pari almeno a 45 N/mm<sup>2</sup> (norme DIN 4281); quello di riempimento del coperchio inoltre dovrà essere additivato con materiali indurenti (es. carborundum) in modo da raggiungere una resistenza all'abrasione non inferiore all'8° grado della scala Mohs.
- (182) L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzetti profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzetti siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ed evitare ingresso di acqua e di fango).
- (183) Tale carico dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio del chiusino alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.

### 58.1.2. Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli (184) per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova (185) sarà stabilito come alla Tab. 59.

### 58.1.3. Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

## 58.2. MATERIALI PER GIUNZIONI

### 58.2.1. Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1 (186) e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3. della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori e ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione (187) e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

**UNI EN 682 -** Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 56 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa. Per la designazione, le applicazioni e la temperatura di esercizio, si farà riferimento alla Tab. 57.

(184) Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.

(185) Il carico di prova dovrà essere riportato in fusione su ciascun elemento.

(186) UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

(187) Tipi di applicazione: WA (convogliamento di acqua fredda potabile); WB (acqua calda potabile fino a 110 °C); WC (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana); WD (acqua non potabile calda fino a 110 °C); WE (elementi in copolimero isoprene-isobutillene per acqua potabile calda); WF (idem per acqua non potabile calda); WG (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico con temperatura fino a 45 °C in continuo o fino a 95 °C con intermittenza, con resistenza all'olio).

TAB. 56 - Guarnizioni in elastomero per gas e idrocarburi liquidi. Categorie di durezza

Categoria di durezza	50	60	70	80	90
Campo di durezza, IRHD	46-55	56-65	86-75	76-85	86-95

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione nominale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e tipo e categoria di durezza; tipo di elastomero (in sigla);

TAB. 57 - Designazione degli elementi di tenuta in elastomero per tipo, applicazione e temperatura di esercizio

Tipo	Applicazione	Temperatura d'esercizio °C
GA	Gas combustibile	da -5 a 50
GAL	Gas combustibile	da -15 a 50
GB	idrocarburi fluidi e gas combustibile	da -5 a 50
GBL	idrocarburi fluidi e gas combustibile	da -15 a 50
H	idrocarburi fluidi e gas combustibili contenenti condensati	da -5 a 50

caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

### 58.2.2. Corda catramata

Dovrà essere di canapa (commercialmente chiamata "tozzo"), del diametro di  $15 \pm 20$  mm, formata da quattro o cinque capi leggermente ritorti; sarà ben ventilata e stagionata nonché fortemente ed uniformemente imbevuta di catrame vegetale (188). Non dovrà assolutamente presentare inclusione di juta o di altra fibra vegetale meno resistente della canapa né dovrà essere imbevuta con bitume derivato dalla distillazione del gas illuminante.

### 58.2.3. Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo

Ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile od altre simili sostanze plastiche, dei riempitivi insolubili in acqua e non rigonfiabili, tali prodotti dovranno essere resistenti alle radici, avere un punto di rammollimento di almeno  $70^\circ\text{C}$ , presentarsi tenaci, resistenti e non fragili alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$ , avere un punto di fusibilità inferiore a  $180^\circ\text{C}$  (al fine di evitare l'evaporazione degli additivi tossici per le radici) e presentare infine una buona adesività alla temperatura di fusione.

Le sostanze impiegate per la produzione dei mastici bituminosi non dovranno inoltre avere effetti tossici sugli operai o sulle acque freatiche, né dovranno essere additate con fenoli volatili.

### 58.2.4. Mastici per giunzioni plastiche a freddo

Ottenuti con sostanze a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, i prodotti presenteranno una consistenza plastico-dura, tale però da consentire la lavorazione con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di  $+10^\circ\text{C}$  (mastici plastici o mastici spatolabili). Gli eventuali additivi emollienti non dovranno essere volatili, e ciò onde evitare l'eccessivo indurimento della massa sigillante.

## 58.3. MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

### 58.3.1. Cariche

La polvere di ardesia da impiegare nelle miscele bituminose per rivestimenti protettivi dovrà avere una granulometria tale da costituire residuo, su staccio 0,063 UNI 2332 non superiore al 10%. La stessa percentuale dovrà essere rispettata dalla microfibrina minerale su staccio 0,5 UNI 2332.

### 58.3.2. Bitume e miscela bituminosa

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 58.

TAB. 58 - Materiali per rivestimenti bitumati. Caratteristiche

CARATTERISTICHE	Unità di misura	MATERIALI		
		Vernice bituminosa	Bitume ossidato matrice per miscela	Miscela bituminosa
Punto di rammollimento (P.A.)	$^\circ\text{C}$	$100 \pm 110$	$100 \pm 110$	$100 \pm 120$
Penetrazione a $25^\circ\text{C}$ .	dmm	$< 25$	$< 25$	$< 20$
Punto di rottura Fraass	$^\circ\text{C}$	$< -8$	$< -8$	$< -6$

### 58.3.3. Fibre di vetro per armatura

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 59.

TAB. 59 - Fibre di vetro per rivestimenti armati. Caratteristiche

MATERIALI	CARATTERISTICHE				
	Massa ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Rottura a trazione		Classe idrolitica %	Massa dopo calcinazione $\text{g}/\text{m}^2$
		longitudinale $\text{kg}/5\text{ cm}$	trasversale $\text{kg}/5\text{ m}$		
Tessuto di vetro «tipo 7»	$210 \pm 20$	$> 40$	$> 40$	$< 3$	$> 170$
Tessuto di vetro «tipo 8»	$210 \pm 20$	$> 40$	$> 40$	$< 3$	$> 170$
Tessuto di vetro «tipo 9»	$60 \pm 10$	$> 15$	$> 3$	$< 3$	$> 40$

(188) Secondo la norma DIN 4038, 500 g di corda, sottoposta per 5 minuti ad un carico di 300 kgf alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$ , non dovranno lasciare uscire alcuna goccia della sostanza di imbibizione.

## 58.4. APPARECCHI DI APPOGGIO

## 58.4.0. Generalità

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti a collaudo tecnologico da parte della Direzione Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore e alla presenza di un suo rappresentante, prima dell'inizio della lavorazione. A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la stessa Direzione, la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Il collaudo tecnologico sarà di norma eseguito presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di prelevare campioni da sottoporre a prove presso laboratori di propria scelta ogni qualvolta lo ritenesse opportuno. Gli oneri relativi saranno a carico dell'Appaltatore. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura dello stabilimento di produzione, apposito verbale che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dai rappresentanti dello stabilimento e dell'Appaltatore.

I produttori di appoggi strutturali dovranno essere in possesso di attestato di conformità (marcatura CE) secondo il D.P.R. n. 246/93, art. 7, comma 1, lett. A, alla relativa norma europea armonizzata dalla serie UNI EN 1337 tra cui si cita:

UNI EN 1337-1 - Appoggi strutturali. Regole generali di progetto.

## 58.4.1. Apparecchi metallici

Tanto gli apparecchi di tipo mobile, quanto quelli di tipo fisso, dovranno essere realizzati nel rispetto delle prescrizioni contenute al punto 11.5 delle "Norme tecniche per la costruzione" emanate con D.M. 14 settembre 2005 (189).

Le norme dovranno osservarsi anche nel caso in cui gli elementi metallici fossero costituiti da acciai di tipo speciale (al cromo, al nichel-cromo), ovvero da acciai trattati superficialmente con procedimenti chimici o elettrochimici, oppure da placcature o da combinazioni di acciai di diverse qualità. In ogni caso sarà prescritta la presentazione, da parte dell'Appaltatore, di apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei metalli.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione, il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio. Tale progetto, che dovrà corrispondere alle norme ed ai tipi stabiliti dalla Direzione Lavori, o diversamente indicati, e alle disposizioni e norme vigenti in materia, dovrà contenere:

- la capacità portante degli apparecchi, il coefficiente di attrito e la durabilità;
- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento (con esposizione separata dei contributi dovuti ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo) tenuto conto di un congruo franco di sicurezza;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità e il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della prerogazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (se presente) al momento della posa;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento alle norme UNI;
- l'indicazione delle reazioni che gli apparecchi dovranno sopportare, la verifica statica dei singoli componenti e la determinazione delle pressioni di contatto;
- l'indicazione delle modalità di collegamento degli apparecchi ai pulvini e alle strutture degli impalcati e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

Nel caso in cui fosse previsto l'impiego di lamine di resine fluoro-carboniche (tipo Teflon) aventi potere autolubrificante, esse di regola dovranno coprire almeno il 75% della superficie di appoggio e dovranno essere incollate sull'elemento metallico di supporto a mezzo di adesivi speciali strutturali atti ad assicurare l'inamovibilità delle lamine nelle condizioni di maggiore sollecitazione. Il materiale (190) potrà essere costituito di resina pura ovvero di resina caricata con vari agenti (fibre di vetro, grafite, ecc.) atti ad aumentarne la resistenza e il potere autolubrificante. Lo spessore delle lamine varierà da 6 mm (se incassate) a 15 mm, salvo diversa prescrizione.

Nel caso di impiego di piastre in ottone, tale materiale dovrà risultare rispondente alle norme UNI in vigore.

## 58.4.2. Apparecchi di gomma e misti

Potranno essere di *tipo semplice*, costituiti da un solo strato di gomma (in generale di tipo policloroprenico, neoprene, ecc.) o di *tipo armato*, costituiti da strati alterni di gomma e di lamiera di acciaio tra di loro efficacemente incollati.

La gomma avrà durezza Shore A di  $60 \pm 5$  punti (valore medio), carico di rottura a trazione non inferiore a 13 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento a rottura non inferiore al 50%. L'acciaio di armatura dovrà avere tensione di snervamento minima di 235 N/mm<sup>2</sup>, tensione di rottura tra 412 + 520 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento a rottura minimo del 23%.

Dovrà farsi comunque riferimento alle norme della serie UNI EN 1337 richiamate nelle generalità e, per quanto non in contrasto con le stesse, alla norma CNR UNI 10018 (oggi ritirata) dal titolo "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli appoggi di gomma nelle costruzioni".

## 58.5. SEGNALI STRADALI

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni) (191).

(189) Come più volte riportato nel corso del presente testo, il D.M. 14/09/2005 esplica la sua validità fino al 30 giugno 2009. Ad esso è stato ora affiancato il D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sostitutivo del precedente, dal titolo "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni". Tali norme trattano la materia di cui al presente punto al paragrafo 11.6.

(190) Il materiale a base di P.T.F.E. dovrà presentare insensibilità completa agli agenti atmosferici, resistenza alla quasi totalità dei prodotti chimici, solventi, carburanti ecc. ed una stabilità termica tale da conservare, in servizio continuo, buone caratteristiche meccaniche da - 270/+270 °C, intervallo nel quale il coefficiente di attrito dovrà rimanere costante. La resistenza a compressione (deformazione permanente 0,2%) dovrà risultare non inferiore a 14 N/mm<sup>2</sup> (140 kg/cm<sup>2</sup>) nel caso di appoggi con lamina incassata e non inferiore a 7 N/mm<sup>2</sup> negli altri casi. Le caratteristiche del materiale (resistenza, massa volumica, carico di rottura per trazione, durezza Shore e coefficiente di attrito per le varie pressioni) dovranno comunque essere garantite con apposita certificazione.

(191) V. il D.P.R. 26 aprile 1993, n. 147, il D. Lgs. 10 settembre 1993, n. 360, la Legge 29 ottobre 1993, n. 427, la Legge 4 gennaio 1994, n. 19, il D.L. 17 maggio 1996, n. 270; il D.P.R. 16 settembre 1996, n. 610; il D.L. 4 ottobre 1996, n. 517 (conv. in Legge n. 611/96); il D.Lgs. 15 gennaio 2002, n. 9, ecc.



I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni.

I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scatola dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco.

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di precisione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

## 58.6. PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

### 58.6.0. Generalità

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali (192).

In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di adesività, di flessibilità, di resistenza all'invecchiamento accelerato, alla nebbia salina, all'impatto, al calore, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo protetto da un cartoncino (o da foglio di polietilene) facilmente e completamente asportabile così da non richiedere sforzi di spollamento o impiego di umidificanti o solventi. L'adesivo potrà essere del tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.

### 58.6.1. Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente - sistema CIE illuminante A, temperatura di colore T<sub>c</sub> 2856 K) per ogni metro quadro di pellicola, come alla Tab. 60.

TAB. 60 - Pellicole retroriflettenti di classe 1. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areale di intensità luminosa (cd • lux <sup>-1</sup> • m <sup>2</sup> )						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione β <sub>1</sub> (β <sub>2</sub> = 0)	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	4,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20'	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

### 58.6.2. Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa, come alla seguente Tab. 61.

TAB. 61 - Pellicole retroriflettenti di classe 2. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd · lux <sup>-1</sup> · m <sup>-2</sup> )						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20'	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

### 58.7. VERNICI RIFRANGENTI

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori e dovranno avere un diametro compreso tra 66 + 200 micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

UNI EN 1436 - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

CAPITOLO II

**MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO  
MOVIMENTI DI MATERIE – OPERE D'ARTE – LAVORI DIVERSI**

---

## Art. 59

**RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI**

## 59.1. RILIEVI

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

## 59.2. CAPISALDI

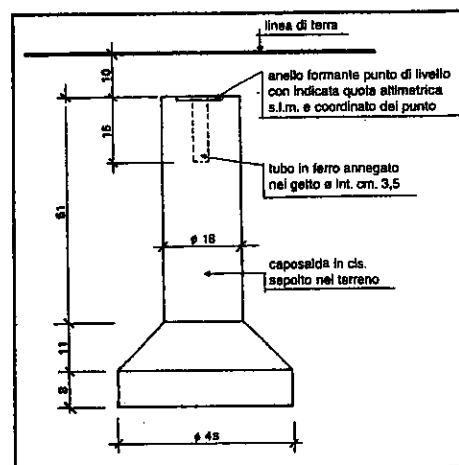
Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo così come specificato al punto 11.3. del presente Capitolato. Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo lo schema riportato nella figura a fianco e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili e indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

## 59.3. TRACCIATI

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

FIG. 12 - Tipo di caposaldo



## Art. 60

**DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

## 60.1. GENERALITÀ

**60.1.1. Tecnica operativa - Responsabilità**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, 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 responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

**60.1.2. Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme e le prescrizioni riportate negli articoli da 150 a 155 del D.Leg.vo 81/2008 (cosiddetto T.U. Sicurezza Lavoro) avente per titolo: "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro".

**60.1.3. Accorgimenti e protezioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e 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 demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è 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 responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico o 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.

#### 60.1.4. Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, 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 sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

#### 60.1.5. Smaltimento

Circa lo smaltimento dei rifiuti (193) si richiama quanto prescritto dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, modificato ed integrato con D.Lgs. 8 novembre 1997, n. 389 e 13 gennaio 2003, n. 36 nonché con Legge 9 dicembre 1998, n. 426. Si richiamano altresì il D.M. (Min. Amb. e T.T.) 25 ottobre 1999, n. 471 (*Regolamento*), l'art. 1, commi 17, 18 e 19 della Legge 21 dicembre 2001, n. 443 ed il D.M. 3 agosto 2005 relativo all'ammissibilità dei rifiuti in discarica. Tale normativa (in particolare il D.Lgs. n. 22/1997) valendo, in ogni caso, per quanto non in contrasto con le nuove "Norme in materia ambientale" definite anche "Codice dell'Ambiente" emanate con D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 284/2006) ed inoltre, ai sensi dell'art. 264 dello stesso "Codice", fino all'entrata in vigore dei corrispondenti attuativi previsti dalla Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006.

#### 60.2. DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

### Art. 61

## SCAVI IN GENERE – SCAVI IN SOTTERRANEO – LAVORI DI CONTENIMENTO – SCAVI SPECIALI

#### 61.0. GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 7 del D.M. 14 settembre 2005 (*Norme Tecniche per le costruzioni*), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni di cui ai decreti precedentemente riportati sull'argomento (194).

#### 61.0.1. Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previe le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico (195).

#### 61.0.2. Uso degli esplosivi

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura, durezza e consistenza, comunque fessurata o stratificata, saranno eseguiti con quei sistemi che l'Appaltatore riterrà più convenienti, ivi compreso l'uso delle mine. In questo caso lo stesso sarà tenuto ad osservare tutte le disposizioni di legge e di regolamento vigenti in materia nonché ad adottare tutte le cautele richieste dal particolare lavoro, assumendosi nel contempo ogni responsabilità per eventuali danni a persone e cose.

(193) Secondo il citato decreto legislativo (art. 184 – Classificazione), i rifiuti derivanti da attività di demolizione e costruzione nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dal successivo art. 186, sono considerati "Rifiuti speciali".

(194) Secondo l'art. 186 dello stesso decreto, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo per rinterri, riempimenti, rilevati e macinati "non costituiscono rifiuti" (e sono perciò esclusi dalla quarta parte del decreto) solo nel caso in cui anche quando contaminati durante il ciclo produttivo da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di escavazione, perforazione e costruzione, siano utilizzati senza trasformazioni preliminari secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere dell'Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA), sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto di cui al comma 3 dello stesso art. 186.

(195) Nel caso che non sia possibile l'immediato riutilizzo del materiale di scavo, dovrà essere indicato all'ARPA il sito di deposito del materiale, il quantitativo, la tipologia del materiale e, all'atto del riutilizzo, la richiesta all'Agenzia dovrà essere integrata con quanto previsto ai commi 8 e 7 dell'art. 186 superiormente citato. Per le rocce e terre di scavo provenienti da cantieri finalizzati alla realizzazione di opere edili o alla manutenzione di reti o infrastrutture la cui produzione non superi i 6000 m<sup>3</sup>, con esclusione delle terre e rocce da scavo provenienti da siti contaminati, si applicherà la procedura semplificata prevista dal D. Min. Ambiente e TT del 2 maggio 2006. Per il trasporto della materie da scavo sarà fatto riferimento all'art. 193 del D.Lgs. n. 152/2006. In ambito regionale, si richiamano poi le Circolari 28 giugno 2007, n. 2 e n. 3 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente (G.U.R.S. n. 36/2007).

L'impiego delle mine sarà comunque vietato all'interno o in prossimità dei centri abitati ed in generale in quei casi in cui ne fosse interdetto l'uso da parte delle competenti Autorità; inoltre quando, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, il loro uso potesse portare pregiudizio alla buona riuscita delle opere, o a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità, o infine alla incolumità del transito (196).

### 61.0.3. Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN ISO 14688-1 (*Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione*) e classificate sulla base della parte 2<sup>a</sup> della stessa norma.

#### 61.1. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri aridanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelle per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato (197).

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che, pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

#### 61.2. SCAVI DI FONDAZIONE

##### 61.2.1. Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

##### 61.2.2. Modo di esecuzione - Prescrizioni di sicurezza

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da frangimenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza (198).

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate (199).

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

Negli scavi di fondazione per trincee, tubazioni, cavidotti e condutture in genere, pozzetti e simili, dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti e infortuni alle persone, animali e cose per effetto di scavi aperti e non protetti. In particolare durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumuli di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale (per scavi effettuati su strade aperte al traffico) dovrà essere di tipo luminoso, di sicura efficienza, e tale da evidenziare il pericolo esistente per il traffico pedonale e veicolare. Tutti i ripari (cavalletti, tran-senne, ecc. dovranno riportare il nome dell'Appaltatore e le relative reperibilità).

In ogni caso dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le prescrizioni riportate negli articoli da 118 a 121 del c.d. Testo Unico Sicurezza Lavoro precedentemente riportato al punto 60.1.2.

##### 61.2.3. Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

(196) L'Appaltatore in tali casi non potrà pretendere in conseguenza del divieto, sempre che la roccia fosse classificata "da mina", altro che l'applicazione del prezzo di Elenco per "scavo senza uso di mine".

(197) Tali che consentano comunque l'accesso e la movimentazione di mezzi idonei alla natura e consistenza delle materie da scavare.

(198) Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

(199) Fa eccezione il caso in cui, per profondità di fondazione eccedente la portata degli ordinari mezzi di scavo, sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi. Ova situazioni contingenti e formalmente riconosciute non consentissero lo scavo a pareti verticali o nella sagoma di progetto, la Direzione Lavori adotterà le opportune varianti.

#### 61.2.4. Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggotamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fugatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo (200).

#### 61.2.5. Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla o con palancolate tipo "Larsen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

#### 61.2.6. Paratie subalvee

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema prescritto o approvato dalla Direzione Lavori. Sarà cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile alla stessa Direzione i disegni costruttivi, di precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati. Il tutto nel rispetto delle disposizioni vigenti.

#### 61.2.7. Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

### 61.3. SCAVI IN SOTTERRANEO

#### 61.3.0. Generalità

Per scavi in sotterraneo si intendono tutti quegli scavi da eseguire in galleria, in caverna o in pozzi di aerazione, con esclusione dei pozzi per fondazioni o per contrafforti.

Nell'esecuzione degli scavi in sotterraneo l'Appaltatore sarà tenuto alla più scrupolosa osservanza di tutte le norme vigenti in materia, con particolare riguardo alle "Norme per la sicurezza e per l'igiene del lavoro in sotterraneo" di cui al D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320, alle "Norme di polizia delle miniere e delle cave" di cui alla Legge 4 marzo 1956, n. 198, al D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128, ed infine al Cap. 7 del D.M. 14 settembre 2005 (*Norme tecniche per le costruzioni*).

Nella valutazione degli scavi di cui al presente articolo, i risultati dei sondaggi e delle prove eseguiti dall'Amministrazione e la loro traduzione in relazioni geologiche e/o geotecniche e grafici relativi (sezioni litologiche), come allegati di progetto, dovranno ritenersi unicamente come riferimento di massima, fermo restando che competerà all'Appaltatore effettuare, in sede esecutiva, tutte le indagini che riterrà necessarie per individuare la effettiva natura e difficoltà degli scavi. Di conseguenza la mancata rispondenza delle previsioni di progetto alla situazione di fatto non potrà essere invocata dallo stesso a sostegno di eventuali richieste di compensi e simili basati sull'imprevisto geologico di cui all'art. 1664, 2° comma, del C.C.

Ai fini del presente Capitolato l'individuazione dei terreni interessati dagli scavi in sotterraneo sarà effettuata esclusivamente nell'ambito della classificazione riportata nei tipi di progetto e nello schema di Rabcewicz-Pacher. L'accertamento della classe sarà fatto in fase di avanzamento, in contraddittorio con la Direzione Lavori, e le relative risultanze saranno verbalizzate (201).

Gli scavi verranno eseguiti secondo il procedimento, il sistema ed i criteri di avanzamento che l'Appaltatore riterrà più opportuni, e ciò sia in rapporto alla natura dei terreni da attraversare sia in rapporto all'entità ed ai tempi di esecuzione dell'opera. Lo stesso dovrà però adottare tutte le precauzioni, i mezzi e le modalità esecutive ritenute idonee, al fine di non danneggiare le proprietà di terzi e garantire l'incolumità delle persone.

L'Appaltatore è tenuto a segnalare tempestivamente ogni venuta di acqua di qualsiasi portata che si manifestasse in galleria ed a prelevarne i campioni su cui verranno, a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Appaltatore, eseguite le prove per accertarne le caratteristiche chimiche e l'eventuale aggressività. Gli eventuali esaurimenti di acqua necessari per il lavoro sia di scavo che di rivestimento, qualunque sia la provenienza ed il volume delle acque (202), verranno effettuati a cura e spese dello stesso con mezzi atti ad evitare ogni intralcio al normale svolgimento dei lavori ed ogni danno alle opere in costruzione; lo stesso dicasi per gli impianti di ventilazione.

Le armature provvisionali per il sostegno della superficie di scavo in sotterraneo (calotta e strozzo) dovranno essere adeguate di volta in volta ai terreni in cui vengono eseguiti i lavori, in modo da garantire il loro regolare andamento e la incolumità del personale che vi è addetto. Le armature stesse saranno eseguite dall'Appaltatore con il materiale che esso riterrà più idoneo (ferro o legname) e con le dimensioni richieste dalle singole circostanze, con propri criteri e sotto la propria diretta responsabilità.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà comunque adottare ogni accorgimento atto ad impedire frane o rilasci; resta pertanto inteso che gli scavi eccedenti la sagoma prevista non verranno pagati e di contro rimarrà a suo carico lo sgombero dei materiali franati.

(200) Quando la Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, ordinesse il mantenimento degli scavi in asciutto, gli esaurimenti relativi potranno venire eseguiti anche in economia e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire i mezzi e gli operai necessari.

(201) È da precisarsi che l'individuazione della classe dei terreni sarà eseguita esclusivamente al fine di definire la sezione tipo di galleria e dei relativi rivestimenti, atteso che il prezzo dello scavo, se non diversamente stabilito, è unico per qualsiasi tipo di terreno.

(202) Salvo diversa specifica per compensi particolari prevista in Elenco.

Qualora dovesse eseguirsi il rivestimento murario della galleria, o di parte di essa, i vani a tergo della muratura che eccedessero la sagoma di scavo prescritta dovranno essere riempiti con lo stesso tipo di muratura, che però non verrà considerata ai fini contabili. Qualora la muratura di rivestimento fosse costituita da conglomerato cementizio, la superficie interna del getto dovrà risultare perfettamente regolare, senza risalti nell'attacco dei getti, e senza gibbosità, incavi, sbavature o irregolarità di sorta, di modo che non dovranno rendersi necessari intonaci, spianamenti e rappezzi vari.

### 61.3.1. Controlli tenso-deformativi

Il progetto degli avanzamenti della galleria dovrà essere verificato in corso d'opera mediante appropriate misure di tensione e deformazione, in modo da controllare il comportamento delle strutture di rivestimento nei confronti delle condizioni geotecniche effettivamente incontrate dalla galleria, consentendo la taratura delle tecnologie esecutive e l'affinamento delle soluzioni progettuali adottate. A tale scopo, l'Appaltatore dovrà disporre lungo il tracciato della galleria le sezioni strumentate indicate in progetto, o comunque prescritte dalla Direzione Lavori nelle tratte ove si dovessero rilevare anomalie di comportamento della galleria, onde raccogliere i dati sul comportamento del sistema statico costituito dai rivestimenti e dall'ammasso roccioso prospiciente la cavità.

Le sezioni strumentate saranno di tre tipi:

- stazioni sistematiche di convergenza;
- stazioni di controllo;
- stazioni di controllo del fronte di scavo.

#### a) - Stazioni sistematiche di convergenza

Saranno eseguite in due fasi successive, delle quali la prima a mezza sezione e la seconda relativa alla sezione intera. I chiodi di convergenza saranno montati lungo una sezione trasversale di galleria, circa a metà di uno scavo di avanzamento, tra due centine contigue. Le letture, da eseguire con bindella metrica di acciaio, dovranno essere accoppiate ad una lettura della temperatura della sezione (per eventuali correzioni sui dati) e ad una battuta topografica su ciascun chiodo per definire lo spostamento assoluto dei punti di misura.

Le convergenze saranno ritenute stabilizzate se il gradiente tra una misura e la precedente non supererà 0,05 mm/giorno per almeno 5 giorni. In assenza di stabilizzazione, le letture saranno intensificate secondo programma da concordarsi con la Direzione. Ove le letture di convergenza dovessero superare i 5 cm, la stessa Direzione potrà valutare l'opportunità di ricorrere al getto del rivestimento definitivo.

Le letture eseguite nelle stazioni saranno raccolte in apposite tabelle (203).

#### b) - Stazioni di controllo

La strumentazione di alcune delle sezioni attrezzate con chiodi di convergenza, così come indicato in progetto o comunque prescritto dalla Direzione Lavori, dovrà essere integrata con 5 celle di pressione montate a tergo delle centine in calotta, piedritto sinistro della mezza sezione, piedritto destro della mezza sezione (distanza dal piano di scavo pari a circa 1,5 m), piede della centina sinistra, piede della centina destra, e con due estensimetri multibase disposti radialmente a circa 90°, ciascuno con 3 basi in fibra di vetro (204).

Le celle dovranno essere montate immediatamente dopo la messa in opera della centina e prima della messa in opera dello spritz-beton, realizzando un piccolo scasso nel terreno, nel quale inserire la cella e successivamente riempire con malta espansiva, curando con estrema attenzione il riempimento di tutti i vuoti. La cella dovrà essere disposta parallelamente alle ali della centina in modo che la direzione di misura sia ortogonale alla centina stessa (205).

La misura delle deformazioni profonde che avvengono attorno al profilo di scavo, dovrà essere indagata misurando lo spostamento di una base di misura solidarizzata al terreno ad una certa profondità e libera di scorrere fino al punto di misura rappresentato dal profilo del rivestimento di prima fase.

Le letture eseguite dovranno essere raccolte in apposite tabelle contenenti le indicazioni stabilite nel prezzo di Elenco che compensa dette stazioni. Le letture dovranno inoltre essere diagrammate in funzione del tempo e della distanza dal fronte di scavo, riportando la data o la distanza dal fronte relativa alle varie fasi lavorative significative (esecuzione trattamenti verticali, ribasso).

Gli elaborati delle sezioni strumentate con celle di pressione dovranno essere abbinati a quelli della stazione sistematica di appoggio, completando le informazioni disponibili sulla sezione di galleria interessata dalle stazioni di controllo.

#### c) - Stazioni di controllo del fronte di scavo

Nel caso di prolungate sospensioni degli avanzamenti, ove si temano instabilità del fronte di scavo, si dovranno prevedere delle misure di controllo del fronte stesso. Tali misure saranno non meno di tre (intervallate) nelle prime 24 ore e successivamente con cadenze graduate in funzione della durata della sosta (206).

(203) I dati e le indicazioni da riportare in dette tabelle sono specificati nel prezzo di Elenco che compensa tali stazioni o saranno richiesti dalla Direzione Lavori.

(204) Nel caso di sezioni con debole copertura (di norma inferiore a m 50), la Direzione Lavori potrà richiedere che l'installazione dei suddetti estensimetri multibase venga effettuata entro perforazioni verticali eseguite dal piano di campagna soprastante; in tal caso gli strumenti dovranno essere posti in opera a iatti prima che il fronte di scavo raggiunga la progressiva della stazione speciale, allorché ne disti almeno m 20.

I due estensimetri previsti dovranno essere montati, immediatamente a ridosso del fronte di scavo, non appena masso in opera lo spessore di spritz-beton di progetto, mediante una perforazione radiale dal diametro non inferiore a 80 mm, l'inserimento delle basi di misura preassemblate, la cementazione, il montaggio della testa dello strumento e dei trasduttori di spostamento.

(205) Per le celle da montare sotto il piede della centina si dovranno evitare cunei di legno e la piastra del piede della cantina dovrà appoggiare direttamente sulla cella, preventivamente disposta entro un piccolo scasso del terreno riempito con malta espansiva fino a coprire la cella stessa. Dovrà inoltre essere particolarmente curata la protezione del sistema di trasduzione e dei cavi di collegamento, che saranno raccolti in una cassetta posta ad altezza uomo, per favorire l'esecuzione della misura da condursi con un apposito sistema di misura.

(206) Le misure di controllo del fronte di scavo saranno ottenute predisponendo una apposita strumentazione costituita da:

- un estensimetro incrementale o multiassensimetro sub-orizzontale installato in una perforazione orizzontale del diametro non inferiore a 127 mm ubicato al centro della sezione, con la lunghezza superiore ad almeno 1,5 volte il diametro di scavo della galleria e con la testa predisposta per la battuta topografica della sua posizione;
- una stazione di misura sistematica di supporto, ubicata a non più di 1/2 diametro dal fronte indagato.

Le letture eseguite dovranno essere raccolte in apposite tabelle contenenti le seguenti indicazioni: nome della stazione, progressiva, copertura a par ciascuna lettura: data e ora della lettura; battuta topografica dalla testa dell'estensimetro; differenza con la battuta topografica di zero dalla testa; lettura dalle basi; differenza con la lettura di zero per ciascuna base; somma algebrica con lo spostamento dalla testa.



Le letture eseguite dovranno inoltre essere diagrammate in funzione del tempo e della posizione delle basi all'interno del fronte. Gli elaborati relativi alla stazione di controllo dovranno essere abbinati a quelli della stazione sistematica di appoggio, completando le informazioni disponibili sulla sezione di galleria interessata dalle stazioni di controllo.

Dette stazioni, limitatamente agli estensimetri incrementali ed alle relative misure, saranno compensate con i corrispondenti prezzi di Elenco esclusivamente allorché ordinate per iscritto dalla Direzione Lavori.

### 61.3.2. Specificazioni e oneri

Salvo diversa specifica, il prezzo di Elenco dovrà intendersi riferito al metro cubo di scavo entro la sagoma ordinata, ed in tale prezzo dovrà altresì intendersi compreso lo scavo di cunicoli di avanzata ed allargamento in calotta, di strozzo, di cunette, in materie di qualunque natura e consistenza, spingenti o meno, compresa anche la roccia da mina. Si intenderà inoltre compresa ogni e qualsiasi armatura parziale e totale, nonché il carico del materiale scavato ed il suo trasporto in rilevato o a discarica ed ogni altro onere che potesse verificarsi per la completa e perfetta esecuzione dei lavori.

### 61.4. INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI

Saranno attuati, ove prescritto, allo scopo di consolidare i terreni in corrispondenza di fronti, pareti o superfici di scavo o armare le stesse superfici allo scopo di evitare franamenti prima della posa in opera delle strutture di contenimento definitive.

#### 61.4.1. Bullonatura

Struttura idonea a rendere solidali gli strati superficiali a debole stabilità con gli strati più profondi di maggiore resistenza, potrà essere del tipo *ad aderenza continua* o del tipo *ad ancoraggio o puntuale*, realizzandosi la prima con bulloni in acciaio o vetroresina, la seconda con bulloni solo in acciaio.

La bullonatura ad aderenza continua (207) sarà realizzata a mezzo di bullone cementato per tutta la sua lunghezza e richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonea, già predisposti con tubi di iniezione e di sfianto, e messa in opera del tampone di tenuta;
- cementazione di ogni bullone mediante iniezioni di boiaccia di cemento opportunamente additivata.

Quando i bulloni fossero posti in opera con inclinazione verso l'alto con angolo maggiore di 30°, saranno muniti di testa di ancoraggio ad espansione sull'estremità a fondo foro.

La bullonatura ad ancoraggio puntuale sarà realizzata a mezzo di barra o tirante munita di una fondazione di ancoraggio ad una estremità e di una testa con piastra di contrasto all'altra; richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti mediante attrezzatura idonea (l'ancoraggio potrà essere realizzato con resina in cartucce o con testina ad espansione);
- messa in tensione del bullone mediante dado di bloccaggio, piastra di ripartizione e testa di ancoraggio, con eventuale pressione di pretensione (secondo quanto indicato nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori).

I bulloni in acciaio saranno ad alto limite elastico con le seguenti caratteristiche: carico di snervamento (0,2%) non inferiore a 0,5 kN/mm<sup>2</sup>; carico di rottura non inferiore a 0,7 kN/mm<sup>2</sup>; allungamento a rottura maggiore dell'8%. Di norma avranno diametro di 24 mm e presenteranno risalti in superficie per migliorare l'aderenza.

I bulloni in vetroresina avranno le seguenti caratteristiche minime: contenuto in peso della fibra di vetro 45%; peso specifico 1,7 g/cm<sup>3</sup>; resistenza a trazione 0,2 kN/mm<sup>2</sup>; modulo di elasticità 15750 N/mm<sup>2</sup>; resistenza al taglio 80 N/mm<sup>2</sup>.

Per il resto si rinvia, in quanto applicabili, alle norme e prescrizioni di cui al successivo punto 64.6.

#### 61.4.2. Presostegno con infilaggi

In galleria, l'avanzamento mediante infilaggi metallici suborizzontali lanciati oltre il fronte al contorno della sezione di scavo con una inclinazione massima pari a 9% sull'orizzontale, dovrà essere realizzato per tratte della lunghezza di 12 m, ogni 9,0 m di avanzamento, in modo da garantire sempre una sovrapposizione minima tra due tratte consecutive di 3,0 m.

Una volta eseguiti gli infilaggi suborizzontali, lo scavo di avanzamento dovrà essere realizzato per campioni di lunghezza non superiore al metro, mettendo immediatamente in opera le centine metalliche, la rete elettrosaldata e lo spritz-beton.

Qualora si ravvisassero convergenze del fronte di scavo di entità superiore ai 5 cm con il fronte di scavo entro i 2 metri di distanza, dovranno essere tempestivamente eseguiti i tiranti suborizzontali di ancoraggio passivo del piede di ciascuna centina; qualora si ravvisasse una forte presenza di acqua, con predominanza al piede delle centine di materiali di natura argillitica, il piede di ciascuna centina dovrà essere consolidato mediante micropali subverticali (208).

#### 61.4.3. Iniezioni

Si rinvia, per tale categoria di lavoro, al punto 86.6. del presente Capitolato.

(207) Sarà utilizzata di norma in ammassi soggetti a plasticizzazione a seguito della apertura di fronti di scavo, come ad esempio nelle gallerie.

(208) L'esecuzione dello scavo di ribasso dovrà essere condotta entro una distanza massima dal fronte di scavo di 7 diametri di galleria. L'operazione di scavo ed il getto dell'arco rovascio dovranno essere eseguiti entro una distanza massima dal fronte di scavo pari a 10 volte il diametro della galleria, e comunque per campioni di lunghezza non superiore ai 2 diametri di galleria.

Infine il getto del rivestimento definitivo, costituito dalla calotta e dai piedritti, dovrà essere realizzato ad una distanza, sempre dal fronte di scavo, che non dovrà eccedere 18 volte il diametro della galleria, tenendo presente che qualora si verificassero valori anomali di convergenza della cavità, la Direzione Lavori dovrà valutare l'opportunità di far eseguire il getto di rivestimento a distanze più ravvicinate.

#### 61.4.4. Jet-grouting sub-orizzontale e sub-verticale

Si rinvia, per tale categoria di lavoro, alle prescrizioni di cui al punto 64.5.3. del presente Capitolato.

Nei lavori in sotterraneo, in presenza di jet-grouting, la metodologia di avanzamento seguirà le notazioni generali relative alla categoria degli infilaggi e di cui al precedente punto 61.4.2.

#### 61.4.5. Drenaggi

Saranno realizzati mediante perforazione a distruzione e l'introduzione di un tubo di pvc microfessurato rivestito con calza in "tessuto" onde evitare l'intasamento dei fori (209).

Nei drenaggi in galleria, i tubi saranno posti a formare un'aureola drenante esterna al profilo dello scavo, oltre il fronte e comunque in posizione stabilita dalla Direzione Lavori. Nel caso di drenaggi sotto falda ad elevata pressione saranno effettuate le seguenti operazioni:

- recupero del tubo di rivestimento del foro per una lunghezza pari a quella del tratto di dreno attivo, più la lunghezza del sacco otturatore, in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del preforo;
- gonfiaggio del sacco otturatore tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola tramite doppio otturatore inserito da bocca-foro all'interno del tubo drenante. Raggiunto un valore di pressione prestabilita (alcuni bar), quest'ultimo dovrà essere mantenuto per un congruo intervallo di tempo per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco. Nel caso di calo di pressione si procederà con successive iniezioni fino al raggiungimento della pressione prestabilita. Non appena la malta cementizia avrà fatto presa nel sacco otturatore, si procederà alla estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e all'immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore;
- rottura della membrana interna sita in corrispondenza del sacco otturatore mediante introduzione nel dreno di una normale asta rigida.

I drenaggi in galleria dovranno avere lunghezza pari ad almeno due diametri della stessa. Inoltre, se lasciati attivi anche in fase di esercizio, dovranno essere idoneamente collegati a collettori di scarico permanente.

#### 61.4.6. Preconsolidamento con tubi in vetroresina

Negli scavi in sotterraneo l'armatura del fronte di scavo potrà essere efficacemente realizzata, se prescritto, mediante la messa in opera, in avanzamento, di tubi di vetroresina iniettati con malta cementizia. I tubi saranno posti in opera per una profondità non inferiore al diametro della galleria con una sovrapposizione minima, tra due tratti successivi, di almeno 5 m e con densità da definirsi in rapporto all'incremento di resistenza al taglio richiesto.

La chiodatura del fronte sarà realizzata in terreni da semicoerenti a coerenti soggetti ad alterazioni chimico-fisiche ed a fenomeni di estrusione del nucleo.

La testa dei tubi dovrà essere dotata di una cianfrinatura in materiale plastico o similare, a forma troncoconica, che impedisca la fuoriuscita della cementazione, in particolare per perforazioni inclinate verso l'alto; tale cianfrinatura dovrà inoltre essere dotata di un tubicino di sfiato da posizionare al di sopra di ogni tubo. Particolare cura dovrà comunque essere posta affinché il riempimento del tubo con la malta di cementazione sia completo e privo di soluzioni di continuità.

#### 61.5. SCAVI SPECIALI

Nel caso di impiego di cassoni autoaffondanti lo scavo dovrà essere condotto in maniera tale da evitare abbassamenti repentini o strapiombati. Lo stesso dicasi nel caso di esecuzione di cassoni ad aria compressa per i quali l'Appaltatore dovrà in particolare attenersi alle norme antinfortunistiche di cui al D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa".

I lavori verranno eseguiti sotto la sorveglianza di un capo squadra di provata capacità e di un suo sostituto. L'entrata e l'uscita dai cassoni verranno regolate da un guardiano esperto la cui stabile presenza garantirà il controllo della totale uscita degli operai alla fine dei turni.

La Direzione Lavori si riserva di verificare le campane, le calate, le condotte ed i serbatoi, mediante prova con aria o con acqua, a pressione 1,5 volte maggiore di quella di esercizio e comunque non inferiore a 0,3 kPa (3 bar). L'Appaltatore sarà comunque responsabile del perfetto funzionamento degli apparecchi di compressione e condotta dell'aria, della loro stabilità e di quella di tutti i mezzi d'opera ausiliari.

I cassoni cellulari, o comunque alleggeriti, potranno essere zavorrati con materiali che verranno rimossi integralmente, a cura e spese dell'Appaltatore, ad affondamento ultimato. Eventuali deviazioni o deformazioni andranno riparate con i criteri che fisserà la Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

### Art. 62

#### RILEVATI E RINTERRI - PIANI DI POSA

#### 62.0. GENERALITÀ

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatti, a giudizio della Direzione.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante l'apertura di opportune e idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti di rilevato, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di

(209) Nei caso in cui le pressioni dell'acqua fossero elevate, verranno utilizzati dispositivi che impediscano la fuoriuscita dell'acqua prima dell'inserimento del tubo drenante. In tal caso verrà prima collocato un tubo di attesa di diametro superiore, quindi un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione (in modo da evitare l'innescio di fenomeni di sionamento) e tale da permettere la chiusura rapida del foro. La perforazione sarà fatta con rivestimento, per impedire la chiusura del foro, e con punta a perdere.

rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

In ogni caso l'apertura di cave è subordinata all'impegno per l'Appaltatore di corrispondere le relative indennità alle ditte proprietarie, di provvedere a proprie spese al deflusso delle eventuali acque di raccolta, di sistemare le relative scarpate, di evitare danni e servitù alle proprietà circostanti (in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265, e dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale di cui al R.D. 13 febbraio 1933, n. 215) ed in generale al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, forestale e stradale. Le cave di prestito scavate lateralmente alla strada, pur con il rispetto delle distanze prescritte, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera, o danneggiare opere pubbliche o private.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili, indipendentemente da quanto specificato al punto 62.1. per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenere in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà pertanto essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto che comunque, nei tratti in rilevato, verrà escluso dalla contabilità degli scavi.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto ed ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm.

Le materie di scavo provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito (ove previste e/o autorizzate).

Per tutte le determinazioni, i controlli e le verifiche previste nel presente articolo, all'Appaltatore potrà essere richiesto di approntare un laboratorio di cantiere, con tutte le necessarie attrezzature di prelievo e di prova (v. i punti 29.2 e 29.5 del presente Capitolato); le relative spese, sia d'impianto che di gestione, saranno poste a carico dell'Amministrazione. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà la facoltà di fare, a cura dell'Appaltatore ed a carico della stessa Amministrazione, presso un Laboratorio autorizzato, tutte le indagini atte a stabilire la caratterizzazione dei terreni ai fini delle loro possibilità e modalità d'impiego. Il controllo dei risultati raggiunti dopo la messa in opera, per le prove in sito, sarà effettuato a cura dell'Appaltatore ed a carico dell'Amministrazione, salvo il caso che tali controlli non siano attinenti ad operazioni di collaudo.

#### 62.1. RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione.

##### 62.1.1. Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento: raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;
- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo ex A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> (terre ghiaiose, sabbiose, limose);
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) - Se il piano di posa del rilevato è costituito da *terre ghiaiose o sabbiose* (ex gruppi A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub>) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub>) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali *in loco* con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub>) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (gruppo A<sub>8</sub>). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da *terre argillose* (ex gruppi A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub>) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare rifluimenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del *modulo di compressione "Me"* (210), determinato con piastra da 16 o 30 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

### 62.1.2. Formazione dei rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed appartenenti ad uno dei gruppi A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> della ex classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi ex A<sub>1</sub> - A<sub>2-4</sub> - A<sub>2-5</sub> - A<sub>3</sub> provenienti dagli scavi o da apposite scave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi ex A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> si esaminerà di volta in volta l'opportunità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressione Me, misurato in condizioni di umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido oppure al suo inaffiamento se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma (211):

- per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> (terre ghiaio-sabbiose) mezzi a carico dinamico-sinusoidale o a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm.

Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Ove ritenuto necessario od opportuno, al fine di incrementare la stabilità del corpo stradale, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera di teli "geotessili", da stendersi in strisce contigue sovrapposte nei bordi per almeno 40 cm; in tali casi la resistenza a trazione dei teli non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

(210) Si definisce modulo di compressione "Me" (Norme S.N.V. - Association Suisse de Normalization), in una prova di carico con piastra, il rapporto fra un certo intervallo di pressione ed il relativo intervallo di freccia, moltiplicato per il diametro della piastra:

$$Me = f_0 \cdot \Delta_p / \Delta_s \cdot D \text{ (in N/mm}^2\text{)}$$

dove:

f<sub>0</sub> = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

Δ<sub>p</sub> = differenza pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm;

D = diametro della piastra in mm;

Δ<sub>s</sub> = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm<sup>2</sup>.

(211) Si riportano, nella presente tabella, i risultati di prove eseguite dai *Road Research Laboratory* per confrontare il migliore rendimento delle varie macchine per compattare:

NATURA DEL TERRENO		Spessore strato (cm)	Tipo di macchina consigliata (per umidità ottima o inferiore)
Ciottoli grossi e frammenti di roccia dura		30 ÷ 60	Rullo liscio da 12 t o battitore da 2 t (riducendosi la grossezza dei frammenti aumentare il peso del battitore fino ad un massimo di 8 t)
Roccia friabile in frammenti minori di 10 cm		30	Cilindro a piedi e successivamente cilindro a pneumatici
Ghiala o sabbia sciolta		20 ÷ 30	Trattore a cingoli o battitore da 2 t
Materiali coesivi	Sabbia argillosa	20 ÷ 30	Rullo a piedi, carrello pigiatore e rullo liscio da 5 t
	Limo argilloso	15 ÷ 20	Rullo a piedi e rullo liscio da 8 t
	Argilla	15 ÷ 20	Rullo a piedi e rullo liscio da 8 ÷ 12 t
	Miscela di terreno argilloso ed aggregati	15 ÷ 20	Compressore a pneumatici e cilindro da 8 t

### 62.2. RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI

Per i rilevati ed i rinterrati da addossare alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si impiegheranno di norma le materie provenienti dagli scavi purché di natura ghiaiosa, sabbiosa o sabbiosolimoso-limoso. Resta assolutamente vietato l'impiego di materie argillose ed in genere di tutte quelle che, con assorbimento di acqua, rammolliscono e gonfiano generando spinte e deformazioni.

I riempimenti dovranno essere eseguiti a strati orizzontali di limitato spessore, umidificati ove necessario, e ben costipati onde evitare eventuali cedimenti o sfiancamenti nelle murature. In ogni caso sarà vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati ed ai rinterrati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano esattamente le dimensioni di progetto. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza del presente punto, ed anche dei punti che precedono, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

### 62.3. PIANI DI POSA IN TRINCEA

Anche nei tratti in trincea, dopo effettuato lo scavo del cassonetto, si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale; tale preparazione verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a) - Se il piano di posa è costituito da *terre ghiaiose e sabbiose* (ex gruppi A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub>) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di cassonetto, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità della terra fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub>) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso, e costipando fino ad ottenere una densità del secco non inferiore al 95% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub>) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (ex gruppo A<sub>8</sub>).

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà comunque controllato dalla Direzione Lavori mediante la misurazione del *modulo di compressione Me* il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.

## Art. 63

### FANGHI DI BENTONITE

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo di palificate e di trincee per l'esecuzione di paratie e di muri, o comunque per il sostegno delle pareti di un cavo, dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8 o 16 kg di bentonite asciutta per 100 litri di acqua, salvo la facoltà della Direzione di ordinare una diversa dosatura. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

La miscela dovrà presentare una gelimetria, a 0 °C, compresa tra 5 e 15 cm di affondamento ed una massa volumica, misurata nella vasca di accumulo, compresa tra 10,5 e 11 kN/m<sup>3</sup>. Tale massa dovrà essere controllabile in cantiere a mezzo delle apposite attrezzature di laboratorio; per quanto riguarda invece la gelimetria, nonché i valori del rigonfiamento, della decantazione, del pH e della viscosità della miscela si farà ricorso ad un Laboratorio ufficiale.

## Art. 64

### PALI DI FONDAZIONE – ANCORAGGI

#### 64.0. GENERALITÀ

In linea preliminare si richiamano, per le zone sismiche, le "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" disposte con Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

#### 64.0.1. Scelta del tipo di palificata

Il tipo di pali da adottare, il diametro, il numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori sulla base dei dati di progetto e di quelli che fornirà l'Appaltatore a seguito delle indagini geotecniche e geologiche che lo stesso potrà essere incaricato di effettuare.

In ogni caso si dovrà tener conto dei vari aspetti che possono influire sull'integrità e sul comportamento dei pali quali la distanza relativa, la sequenza di installazione, i problemi di rifluimento e sifonamento per i pali trivellati, l'addensamento del terreno nel caso dei pali battuti, l'azione del moto di una falda idrica o di sostanze chimiche presenti nell'acqua o nel terreno sul conglomerato gettato in opera, la connessione dei pali alla struttura di collegamento. Dovranno comunque essere rispettate le disposizioni di cui al paragrafo 7.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (21/2).

Resta comunque inteso che all'atto esecutivo potranno essere prescritti tipi di fondazione diversi da quelli di progetto senza che per questo l'Appaltatore possa trarne motivo per accampare diritti di sorta o pretendere speciali compensi.

(212) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente articolo al Cep. 6.

#### 64.0.2. Calcolo della resistenza

Il calcolo della resistenza, occorrendo, sarà effettuato mediante formule dinamiche o statiche opportunamente valutate in rapporto al tipo di palo, alle caratteristiche del terreno, ai risultati delle prove preliminari di carico e all'entità dell'opera da realizzare. In particolare la resistenza di calcolo "Rd" del palo singolo potrà essere determinata con:

- a) - metodi di calcolo analitici, dove Rd viene calcolato con riferimento ai parametri del terreno, ottenuti da prove sperimentali, oppure tramite metodi empirici che utilizzano direttamente il risultato di prove in sito (prove penetrometriche, ecc.);
- b) - risultati di prove di carico statico su pali di prova;
- c) - metodi di calcolo basati sull'osservazione del comportamento dei pali durante la battitura.

Con riferimento ai pali battuti dovrà comunque tenersi presente che il rifiuto si intenderà raggiunto quando, con determinata volata del maglio, l'affondamento non risulterà superiore al limite stabilito in rapporto alla portanza richiesta. A tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione lavori, fermo restando che in alcun caso l'Appaltatore potrà recidere il palo senza preventiva autorizzazione.

Anche per i pali trivellati vale quanto riportato alle precedenti lettere a), b) e c). Stabilita la resistenza caratteristica  $R_k$ , il valore della resistenza Rd sarà pari al rapporto  $R_k/\gamma_R$ , con  $\gamma_R$  riportata nella Tab. 7.3.1 delle "Norme Tecniche". La verifica della capacità portante dell'insieme palo-terreno dovrà comunque essere sempre accompagnata dalla verifica del palo quale componente strutturale. I pali dovranno essere verificati anche nei riguardi di eventuali forze orizzontali.

#### 64.0.3. Stabilità dei pali in gruppo

Nel caso di impiego dei pali in gruppo saranno applicati dei coefficienti di riduzione alle portanze dei singoli pali, supposti isolati.

L'efficienza del gruppo sarà calcolata quantomeno mediante la formula di Converse-Labarre che comporta, per interassi pari a 3 diametri, riduzioni del 10% per impiego di due pali e fino al 20% per impiego di 10 o più pali monofilari. Nel caso di più file la riduzione potrà avvenire fino a circa il 40%. Dovrà inoltre verificarsi che al di sotto del piano di base dei pali, e per una profondità alla quale i carichi sono ancora sensibili, non vi siano strati di terreno molto compressibili la cui stabilità possa essere compromessa dal carico della palificata, né che esistano possibilità di attrito negativo per effetto di compressibilità del terreno attraversato o di consolidamento.

A tali verifiche sarà subordinata la determinazione dell'interasse dei pali, che in ogni caso non sarà inferiore a tre diametri (5 diametri nel caso di palificate sospese).

Per i pali resistenti alla punta dovrà accertarsi il raggiungimento dello strato resistente e l'approfondimento, in detto strato, per una misura non inferiore a tre diametri e, in ogni caso, non inferiore a 1 m.

#### 64.0.4. Pali di prova

La costruzione della palificata dovrà essere preceduta dall'esecuzione di pali di prova per i quali la Direzione Lavori fisserà il numero (213), l'ubicazione, le caratteristiche e le modalità di carico. Sui pali di prova i carichi dovranno essere spinti possibilmente fino a rottura (stato limite oltre il quale il palo affonderà nel terreno sotto carico costante, senza stabilizzazione né ritorno elastico) e ciò specialmente in presenza di terreni plastici o plasticizzabili.

In ogni caso i carichi di prova non saranno mai inferiori a 2 volte i carichi di esercizio (2,5 volte per opere interessanti comunque linee ferroviarie e 3 volte per opere in zone sismiche).

#### 64.0.5. Prove di carico - Collaudo

Il collaudo dei pali costituenti la palificazione verrà effettuato con prove di carico che la Direzione Lavori potrà richiedere nel tempo e nel numero che riterrà opportuno, a cura ed a carico dell'Appaltatore, e prima della realizzazione delle strutture che gli stessi saranno destinati a sopportare.

Il carico di prova sarà non inferiore ad 1,5 volte il carico di progetto; il carico di contrasto dovrà essere percentualmente superiore al carico di prova onde garantire con sicurezza il raggiungimento di quest'ultimo. I flessimetri dovranno essere sistemati ad opportuna distanza dall'asse del palo, di norma non inferiore a 2,00 m, e costituiranno i vertici di un triangolo equilatero di cui un lato starà su un diametro del palo. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media dei valori registrati.

Il carico finale di prova dovrà essere raggiunto con incrementi successivi ed uguali (214), per ciascuno dei quali si effettueranno letture ai flessimetri, la prima immediatamente, le altre entro i primi trenta minuti, le successive ogni trenta minuti fino alla stabilizzazione. Raggiunto il carico previsto esso sarà mantenuto immutato per almeno tre ore, salvo che la Direzione Lavori non ritenesse opportuno prolungare tale durata. Nella fase di scarico, i decrementi avranno valori identici agli incrementi adottati nella corrispondente fase di carico.

La seconda fase di carico avverrà con le stesse modalità della prima, partendo con i flessimetri dalla precedente posizione di scarico (cedimento permanente) e pervenendo fino al carico di rottura nel caso di pali di prova o al carico di prova nell'entità precedentemente fissata. Raggiunto il massimo carico, si manterrà lo stesso per non meno di 24 ore e successivamente, salvo diversa disposizione, lo si riporterà a zero con le modalità già descritte. Sarà buona norma eseguire durante la prova una serie di scarichi (almeno tre di cui uno al carico di esercizio) per potere leggere il ritorno elastico.

#### 64.0.6. Registro delle annotazioni

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati il numero ed

(213) Per le opere di notevole importanza e quando, per le caratteristiche dei terreni, i risultati delle indagini non consentano di esprimere giudizi affidabili sul comportamento dei pali, tale numero sarà non inferiore all'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

(214) Di norma non superiore a 50 kN per il palo da 40 cm di diametro, salvo il caso di elevate portate e diametri maggiori per cui potrà aversi un incremento proporzionale al quadrato dei diametri.

il tipo dei pali eseguiti, la profondità raggiunta da ciascun palo, i materiali impiegati, le modalità esecutive e per i pali battuti, il peso del maglio, il numero dei colpi, l'altezza di percussione ed il rifiuto.

Su tale registro verranno altresì verbalizzate le prove di carico che saranno in particolare corredate dai seguenti elementi:

- la pianta della fondazione con l'indicazione del palo sottoposto a prova;
- la natura e la stratigrafia del terreno attraversato con l'indicazione del livello delle acque freatiche;
- la dimensione e la natura del palo e, per i pali in c.a., il tipo e la data di fabbricazione, il dosaggio del calcestruzzo, l'armatura di ferro e la forma della puntazza; per i pali gettati in opera, il diametro del tubo, la forma ed il consumo di calcestruzzo;
- il risultato dell'infissione del palo, il rifiuto per ogni serie di colpi al minuto, il peso del maglio e la caduta, il peso del cuscinetto ammortizzatore, il tipo di battipalo impiegato;
- il giorno e l'ora di inizio della prova e le relative condizioni atmosferiche;
- i dati relativi al martinetto idraulico, ai flessimetri e loro posizione, al manometro, alle curve di taratura ed allo schema delle prove;
- il diagramma carichi-cedimenti costruito in base alle letture effettuate durante la prova ed il diagramma tempi-cedimenti;
- le tabelle cronologiche riportanti le letture al manometro, il carico in tonnellate, le letture ai singoli flessimetri e la relativa media;
- le eventuali osservazioni circa i fatti anormali avvenuti durante la prova.

#### 64.0.7. Diagrammi delle prove di carico – Cedimenti

Eseguite le prove di carico dovrà porsi riguardo che l'analisi e l'interpretazione degli elementi raccolti non venga limitata alla portata dei singoli pali, ma venga studiata l'intera fondazione nel suo insieme tenendo presenti le caratteristiche dei terreni e le condizioni generali di progetto. Comunque, ove fosse stato determinato con sufficiente sicurezza il carico di rottura su pali di prova, il carico ammissibile (o di esercizio) non dovrà essere superiore al 50% del valore determinato.

Per il resto, se non diversamente disposto, dovrà verificarsi che gli abbassamenti dei pali, sottoposti a prove di carico, non siano superiori ai seguenti valori:

- 1,5 mm: sotto un carico pari a 1,5 volte il carico di esercizio;
- 2,5 mm: sotto un carico pari a 2 volte il carico di esercizio;
- 6,0 mm sotto un carico pari a 3 volte il carico di esercizio.

I cedimenti elastici, inoltre, non dovranno essere inferiori al 50% dei valori sopra riportati.

### 64.1. PALI IN LEGNO

#### 64.1.1. Caratteristiche del materiale

Il legname per i pali dovrà essere di essenza forte o resinosa (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano) ed immune da difetti. Soltanto pali per fondazioni sempre sommerse, per ture, opere provvisorie, potranno essere di essenze inferiori, purché privi di difetti gravi che ne indeboliscano notevolmente la resistenza.

I pali dovranno essere preventivamente trattati con sostanze antisettiche (creosoto, cloruro di zinco, solfato di rame, ecc.) che li proteggano da carie (da funghi), insetti e molluschi. L'iniezione potrà farsi per semplice immersione a caldo o a freddo o per compressione meccanica in vaso chiuso ad alta temperatura (metodo Rüping).

#### 64.1.2. Preparazione e infissione

I pali dovranno essere foggati a punta, saranno dritti e scortecciati e, se ordinato, saranno muniti ad una estremità di opportune cuspidi di acciaio o di ghisa. La testa invece, spianata e regolarizzata, sarà sempre munita di ghiera metallica di protezione.

I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata (non inferiore a 40 kN/m e non superiore a 70 kN/m). Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata) non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo dovrà offrire (215).

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione, o deviasse, dovrà essere rimosso e surrogato da altro palo a cura e spese dell'Appaltatore. Le ultime volate dovranno essere sempre effettuate in presenza di un assistente della Direzione e l'Appaltatore non potrà in ogni caso recidere alcun palo senza la preventiva autorizzazione.

### 64.2. PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI FUORI OPERA

#### 64.2.0. Generalità

I pali in argomento potranno essere o del tipo a *sezione piena* (circolare o poligonale), opportunamente vibrati in forme verticali, o a *sezione cava centrifugati*. In ogni caso saranno realizzati con la più scrupolosa osservanza delle norme sui cementi armati, avranno alto dosaggio di cemento (pozzolanico o d'alto forno), resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>, armatura idonea alle condizioni di impiego (con copriferro di almeno 3 cm) e saranno dotati, all'estremità inferiore, di robuste puntazze metalliche saldamente ancorate al conglomerato.

(215) Il regolamento tedesco DIN 1054 prescrive per i pali in legno, infissi in terreno ordinario per almeno 5 m ed appoggiati su uno strato resistente, un carico massimo di 30-35-40 t rispettivamente per pali di diametro medio di 30-35-40 cm, sempre che il rifiuto medio dell'ultima serie di 10 colpi sia inferiore a 2 mm.

L'infissione dei pali dovrà essere effettuata sino a rifiuto con idoneo battipalo (216), curando al massimo la cerchiatura della testa con ghiera di acciaio e interposizione di idoneo *ammortizzatore* (217) tra testa e maglio onde evitare rotture e lesioni. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio 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 dovrà offrire (218).

Nei terreni ghiaiosi o sabbiosi la prima parte dell'affondamento potrà farsi, oltre che con la battitura, anche con l'ausilio di acqua in pressione, attraverso fori realizzati lungo l'asse del palo o con tubo metallico. Occorrerà registrare il numero di colpi necessario all'affondamento dei pali per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni  $1,5 \div 2$  cm; ove la resistenza risulti maggiore, la registrazione sarà effettuata per ciascun tratto di 10 cm. Sul fusto dei pali saranno pertanto riportate tacche di graduazione, a partire dalla punta, con interdistanza di un metro o inferiore. Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni o deviazioni d'asse non tollerabili, i pali dovranno essere rimossi e sostituiti.

#### 64.2.1. Pali in cemento armato vibrato a sezione piena

Avranno dimensione laterale minima non inferiore a 30 cm per lunghezze inferiori a 10 m ed a 40 cm per lunghezze fino a 15 m. Per pali molto lunghi la rastremazione dovrà essere dell'ordine dell' $1 \div 1,5\%$ .

L'armatura longitudinale sarà compresa tra il  $2 \div 4\%$  della sezione del palo; la staffatura sarà possibilmente a spirale, con frettaggi di rinforzo alle estremità.

#### 64.2.2. Pali in cemento armato centrifugato

Avranno sezione cava, forma tronco conica rastremata, e saranno confezionati in appositi stabilimenti con conglomerato di alta qualità ed acciaio con carico di rottura non inferiore a  $735 \text{ N/mm}^2$ .

In rapporto alla lunghezza dei pali, da 6 a 18 m ed anche oltre, dovranno inoltre aversi le seguenti caratteristiche minime: diametro in punta da 22 a 24 cm; spessore medio delle pareti da 6 a 10 cm; numero di tondi longitudinali da 8 a 16; diametro dei tondi da 8 a 12 mm. I pali saranno muniti in testa di anelli di rinforzo adeguati.

### 64.3. PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI IN OPERA

#### 64.3.1. Pali battuti o pressati

I pali in argomento, del tipo Simplex e derivati, Franki e simili, saranno eseguiti conficcando nel terreno, con uno dei sistemi in uso o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo in esecuzione, fino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo dovrà sostenere, quale risulterà dai calcoli o dalle prove effettuate.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze metalliche o di cemento armato, atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi in opera.

Ultimata l'infissione del tubo-forma, verrà realizzato a mezzo di maglio cadente entro lo stesso, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo, con basso rapporto acqua-cemento e classe non inferiore a Rck 25  $\text{N/mm}^2$ ; con lo stesso criterio verranno realizzati la canna ed i bulbi intermedi, curando che il materiale sia versato tratto a tratto, in volumi modesti e pressato o battuto in modo da espandersi nelle masse terrose circostanti.

L'introduzione del calcestruzzo nel tubo-forma avverrà mediante una tubazione convogliatrice immersa nel precedente getto o mediante benna speciale automatica. Durante il getto verrà evitato con ogni mezzo (incamicatura o altro), il dilavamento del calcestruzzo per eventuali falde freatiche o correnti subalvee. Il tubo-forma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo (219).

Eventuali armature metalliche, interessanti in tutto o in parte la lunghezza del palo, verranno collocate prima dell'inizio del getto nel tratto interessato adottando poi ogni precauzione per garantirne stabilità di posizione e di forma.

Qualora il palo non fosse completamente armato, in testa allo stesso, per il collegamento con le strutture soprastanti, verranno annegati dei ferri longitudinali, costituiti da un minimo di  $5 \varnothing 16$  (e comunque di sezione complessiva non inferiore al 5% della superficie della testa del palo), annegati nel palo per una lunghezza pari a quattro diametri dello stesso ed emergenti per una lunghezza pari a 40 diametri dei tondi impiegati. Tali ferri saranno staffati con spirale  $\varnothing 8$  di passo non superiore a 20 cm.

Ultimata l'esecuzione ed eseguite le dovute prove di carico, sotto le strutture di collegamento delle testate dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro di spessore non inferiore ad  $1/5$  del diametro del palo ed in ogni caso non inferiore a 15 cm. Lo stesso dicasi per i pali di cui al seguente punto 64.3.2.

#### 64.3.2. Pali trivellati

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo-forma), con elemento di estremità fornito di ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo, oppure per mezzo di speciali trivelle o sonde di percussione. Il tubo metallico, ove non fosse di un solo pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione e coassialità del palo.

La posa in opera del calcestruzzo e dell'armatura metallica e il sollevamento del tubo-forma avverranno con i criteri descritti al punto precedente. Il cemento sarà di tipo pozzolanico o d'alto forno; la classe del calcestruzzo non inferiore a

(216) Nel caso di impiego di battipalo con maglio e caduta libera, il peso di quest'ultimo sarà dell'ordine di  $20 \div 40 \text{ kN}$  e comunque non inferiore al peso del palo mentre l'altezza di caduta non dovrà superare i 2,50 m.

(217) L'ammortizzatore sarà costituito di norma da un doppio bicchiere in fusione di acciaio con anima (cuscinetto) in legno duro o legno e gomme fondellati con dischi di lamiera.

(218) L'onere dei pali di saggio risulta a carico dell'Appaltatore.

(219) Si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo-forma rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello superiore raggiunto dal conglomerato.



Rck 25 (N/mm<sup>2</sup>). Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratrici atti a garantire un copriferro di 5 cm.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciamento del tratto di palo interessato con un controtubo di lamierino leggero. Con particolare cura saranno poi evitate soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo (per "tappi" o inclusioni di materiale terroso) e ciò specialmente all'atto dello sfilamento del tubo.

La realizzazione del fusto con sistema "Prepakt" o simili sarà ritenuta idonea solo a saturazione totale dei vuoti tra gli inerti, mediante iniezioni, da controllare con apposito manometro.

La rasatura delle teste dei pali dovrà essere eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti nei quali le caratteristiche del conglomerato non dovessero rispondere a quelle previste. In tal caso l'Appaltatore sarà tenuto a procedere a sua cura e spese al prolungamento del palo sino alla quota del plinto.

#### 64.3.3. Pali a grande diametro

Se non diversamente disposto, potranno essere realizzati con qualunque tipo di attrezzatura (a rotazione, a percussione, a roto-percussione) e con contemporaneo impiego di tubo-forma, purché venga garantita la perfetta calibratura dello scavo e venga posta la massima cura atta ad evitare franamenti delle pareti del foro. Per i pali realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tubo-forma lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione, a seconda della natura del terreno. I fanghi avranno il dosaggio prescritto dalla Direzione Lavori e potranno essere *statici* o a *circolazione inversa*.

Il fusto del palo, in rapporto alle prescrizioni, potrà essere realizzato con conglomerato cementizio di classe Rck 30 (N/mm<sup>2</sup>), con sistema "prepakt" o con malta colloidale ("colgrout"). Con gli ultimi due sistemi, da impiegarsi di norma in presenza di acqua, si introdurrà nel pilone di scavo l'aggregato (ghiaia o pietrisco) e s'inietterà quindi sotto pressione una malta cementizia di particolari caratteristiche antidilavanti (220).

#### 64.3.4. Pali tipo Raymond

Per i pali previsti con tubo-forma metallico perduto, lo scavo dovrà avvenire, per adeguata lunghezza, senza asportazione di terreno e l'infissione del tubo sarà effettuata con percussione in sommità oppure per trascinarsi, mediante apposito mandrino, a seconda che si tratti di elemento in lamiera liscia oppure corrugata elicoidalmente. In quest'ultimo caso, il mandrino sarà battuto con maglio di inerzia non inferiore a 2,5 tm per ogni colpo.

I rifiuti che si verificheranno durante l'infissione saranno registrati e formeranno base di riferimento per il calcolo di portanza del palo.

Particolare cura dovrà essere posta perché siano evitate rotture sia alla base che sulle superfici laterali del tubo. Ove ciò dovesse avvenire, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al riempimento del tubo ed alla conseguente sostituzione. Il getto pertanto, che sarà effettuato con le modalità in precedenza descritte, non potrà essere eseguito prima che la Direzione Lavori abbia verificato l'integrità del tubo-forma.

### 64.4. MICROPALI

#### 64.4.1. Pali radice (221)

Impiegati in opere di sottofondazione, ancoraggi, tirantature per muri di sostegno, reticoli di consolidamento, ecc., saranno ottenuti perforando, con speciali attrezzature, le strutture esistenti ed approfondendo con continuità, e sempre a rotazione, un tubo-forma del diametro di circa 100 mm fino a raggiungere l'approfondimento richiesto in relazione alle caratteristiche del terreno e ai requisiti richiesti (222).

L'avanzamento del tubo-forma verrà ottenuto con aria compressa, con acqua o con altri particolari dispositivi a seconda delle circostanze, la natura del terreno e la presenza o meno di acqua.

Ultimata la trivellazione verrà collocata, nell'interno del tubo-forma, un'anima metallica costituita da una o più barre di acciaio alettato, secondo le disposizioni della Direzione e gli scopi da conseguire. Si eseguirà quindi il getto con aria compressa, con la contemporanea estrazione del tubo-forma. Il conglomerato sarà costituito di malta cementizia ad elevata dosatura di cemento, opportunamente additivata.

Ove sia richiesta la formazione di un bulbo di base, il sistema opererà a mezzo di apposita "cella di espansione" curando che la pressione di iniezione della miscela cementizia eviti rotture del terreno.

#### 64.4.2. Micropali Tubfix (221)

Avranno, a differenza dei micropali di cui al punto precedente, l'armatura costituita da un tubo di acciaio di sensibile spessore (e comunque prescritto in Elenco) dotato di valvole di iniezione in gomma (*manchettes*) poste ad intervalli di 30 ÷ 50 cm o diversamente indicati.

I tubi saranno dotati di distanziatori non metallici onde evitare contatti di posizione con il terreno circostante. Nell'esecuzione dovrà pertanto curarsi una perfetta esecuzione della guaina cementizia ed inoltre l'esatta calibratura della pressione-valvola al fine di non incorrere nella formazione di iniezioni lamellari (*claquages*).

Durante la fase di iniezione, che inizierà dalla valvola più profonda, saranno segnati in corrispondenza di ogni valvola i volumi di malta iniettati e le relative pressioni raggiunte. Nel caso di sottofondazioni potrà essere richiesta la precompressione dei Tubfix a mezzo di tubo coassiale, cementato alla struttura esistente, e idonei martinetti.

(220) In condizioni normali per un matro cubo di ghiaia (con il 40% di vuoti) occorreranno 400 litri circa di malta. Questa, con il sistema "prepakt", sarà composta da 200 kg di cemento tipo 425, 100 kg di additivo speciale siliceo (tipo Alfesil) a 300 kg di sabbia (passante ai 2 UNI 2332); nel tipo colloidale si otterrà invece centrifugando, in appositi miscelatori, la sabbia con il cemento in presenza di acqua, nel rapporto in peso sabbia/cemento da 1/1 a 3/1 (secondo prescrizione).

(221) Pali speciali di piccolo diametro brevettati.

(222) La presenza del tubo-forma non costituisca condizione di assenzialità.

## 64.5. PALI SPECIALI

### 64.5.1. Pali di sabbia

Avranno per scopo il drenaggio e il consolidamento accelerato dei terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati e si eseguiranno perforando con tubo-forma il terreno, senza asportazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla, e successivamente riempiendo la cavità con sabbia pulita vagliata, monogranulare e della granulometria prescritta.

I pali di sabbia saranno collegati in sommità da uno strato di sabbia non inferiore a 50 cm, da estendersi ai di fuori del piede del terrapieno e della fondazione.

### 64.5.2. Pali di costipamento (vibroflottazione)

Avranno per scopo il costipamento superficiale di terreni incoerenti, sabbiosi o ghiaiosi, e comunque anche di terreni coerenti, di natura essenzialmente argillosa, molto plastici, torbosi, ad alto contenuto di acqua.

La formazione del palo (o compattazione in colonna) avverrà per mezzo di uno speciale vibratore meccanico (vibroflot) di potenza non inferiore a 25 kw, dotato di una massa eccentrica tale da sviluppare, in rotazione, una forza centrifuga non inferiore a 100 kN (10 t). La macchina funzionerà con forte getto di acqua in pressione nella pare terminale dell'attrezzo; l'affondamento avverrà per la vibrazione e la simultanea saturazione della sabbia con acqua. Il cratere formantesi in superficie dovrà essere alimentato continuamente con sabbia o ghiaia fino a saturazione.

### 64.5.3. Pali di consolidamento (jet grouting)

Saranno costituiti da colonne consolidate di terreno ottenute mediante perforazione dello stesso senza asportazione di materiale e successiva iniezione ad elevata pressione, a mezzo di aghi rotanti perforati, di miscele consolidanti rispondenti ai requisiti di progetto ed approvate dalla Direzione Lavori. La stessa dovrà peraltro approvare l'intero procedimento realizzativo con particolare riguardo ai seguenti parametri: qualità, dosaggio e pressione delle miscele consolidanti; rotazione e tempo di risalita delle aste di iniezione; modalità di controllo dei parametri stessi, eventuale impiego di armature. A tal fine l'Appaltatore dovrà predisporre un opportuno *campo prove*.

Per la realizzazione del *jet-grouting* (223) saranno utilizzate delle aste di perforazione con valvola elettrica all'estremità inferiore dotata di uno o più ugelli ( $\varnothing 1,5 \div 3$  mm); le fasi del trattamento saranno:

- andata o perforazione, in cui le aste saranno inserite fino alla profondità richiesta;
- ritorno o estrazione e contemporanea iniezione ad altissima pressione (300 + 600 bar) della miscela (224).

La sospensione cementizia avrà un rapporto cemento/acqua pari a 0,5 + 1, da determinare in base a: granulometria; permeabilità o grado di umidità delle formazioni coesive a bassa permeabilità. La portata di iniezione sarà di norma di 1 + 3 litri/s e il volume di miscela iniettata di 200 + 350 litri/s corrispondente al 60 + 70% del volume di terra trattato. Le aste avranno velocità di risalita di 25 + 50 cm/min. e velocità di rotazione di 10 + 20 giri/min secondo prescrizione (225).

Il campo prove, mirato alla definizione dei parametri di iniezione, sarà costituito da n. .... (226) colonne, realizzate fino ad una profondità di 4,00 m ed a interasse di 1,00 m, ottenute variando la pressione di iniezione, il diametro e la disposizione degli ugelli, la composizione della miscela di iniezione e gli altri parametri.

Su tali colonne verranno eseguite le seguenti prove:

- prove *in situ* mediante carotaggio continuo, di tutte le colonne e per l'intera loro lunghezza;
- prove in laboratorio su campioni significativi, di dimensioni rispondenti alle norme sui calcestruzzi;
- prove di rottura a compressione semplice, con rilievo della curva sforzi-deformazioni, da eseguire dopo 28 giorni di maturazione della miscela per terreni incoerenti, dopo 40 giorni per terreni coesivi;
- prova di trazione brasiliana;
- prova triassiale.

Il controllo sistematico dei parametri di lavoro (pressione, portata, quantitativi di miscela immessa) dovrà essere attuato mediante opportune apparecchiature di registrazione e controllo automatico.

Le colonne di prova saranno portate alla luce previa asportazione del terreno circostante, quindi ispezionate, misurate e fotografate. I campioni carotati dovranno presentare una resistenza caratteristica non inferiore a 10 N/mm<sup>2</sup>; le colonne un diametro non inferiore a 60 cm.

~~I risultati del campo prove dovranno essere raccolti in un rapporto tecnico dove saranno rappresentati i parametri e le modalità di lavoro ed i risultati ottenuti.~~

## 64.6. ANCORAGGI

### 64.6.0. Generalità

Saranno di norma differenziati in relazione al tipo di armatura impiegata ed alle modalità di lavoro della stessa (4). Qualunque sia in ogni caso il tipo di ancoraggio, questo dovrà essere realizzato nel rispetto delle prescrizioni di cui al paragrafo 7.3.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 e, per quanto non incompatibile, nel rispetto delle "Raccomandazioni" pubblicate dall' AICAP sull'argomento, tenendo peraltro presente che l'esecuzione dei tiranti dovrà essere preceduta da "prove di verifica" così come prescritto al comma 4, punto 7.3.3.3 delle norme citate.

In ogni caso lo studio dell'ancoraggio richiederà una valutazione preventiva della resistenza limite a trazione, cui

(223) Il *jet-grouting* potrà essere prescritto in qualunque terreno che richieda un miglioramento delle proprietà meccaniche, in particolare in terreni incoerenti e debolmente coesivi. Potrà essere applicato anche sotto falda in presenza di moti di filtrazione con velocità dell'ordine di 0,1 cm/s, con l'utilizzo di particolari miscele. Nei terreni così trattati la permeabilità finale dovrà risultare nulla.

(224) Stabilita la portata in base al diametro degli ugelli ed alla pressione, la velocità di risalita sarà data dal volume specifico di miscela da iniettare.

(225) N. 10 colonne, se non diversamente prescritto dalla Direzione Lavori.

(226) Questa potrà essere costituita da una normale barra di acciaio alettato, da una barra *diwidag* o da un tubo di acciaio del tipo *Tubfix* (chiodi e bulloni di ancoraggio) o, infine, da barre, fili o trefoli di acciaio armonico (tiranti di ancoraggio).

dovrà seguire una conferma sperimentale con prove di trazione in sito. Tali prove dovranno essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno e saranno in numero che stabilirà la Direzione Lavori in rapporto all'estensione degli ancoraggi e alla uniformità o meno delle caratteristiche del sito di impianto (227).

La prova di collaudo consisterà in un ciclo semplice di carico e scarico nel quale l'ancoraggio sarà sottoposto ad una forza pari ad 1,2 volte il previsto sforzo di esercizio.

#### 64.6.1. Tiranti - Materiali e componenti

Gli acciai impiegati nei tiranti dovranno essere conformi alle specifiche legislative relative agli acciai da c.a.p. Gli apparecchi di testata e gli altri particolari costruttivi alle specifiche di cui alla circolare superiormente citata. Tutti i materiali dovranno comunque provenire da unico produttore ed essere marchiati.

Le miscele di malta cementizia dovranno avere un tempo di percolamento, al cono di Marsh, compreso tra 20 e 30 secondi; miscele speciali potranno venire ammesse solo se certificate dal produttore che dovrà anche depositare un protocollo di impiego.

Le guaine dovranno essere di polietilene o polipropilene; potrà essere ammesso l'uso di PVC purché sia garantita l'esclusione di emissione di ioni cloro. I condotti di iniezione dovranno avere una pressione di scoppio non inferiore ad 1 MPa (1 N/mm<sup>2</sup>); i tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili e resistenti alla pressione di iniezione.

#### 64.6.2. Perforazione

I fori, del diametro previsto, saranno eseguiti con sonde a rotazione, a rotopercolazione, con rivestimento se necessario e con eventuale impiego di fanghi bentonitici. Saranno provati a tenuta idraulica con immissione di acqua su tutta la lunghezza del foro o sulla sola fondazione (228) oppure di miscela di iniezione (229) con pressione minima di 1 bar (230).

#### 64.6.3. Tesatura

La tesatura dei tiranti procederà in conformità al programma di progetto (gradini di carico, di norma pari ad un quarto del tiro finale di progetto, tempi, misure e registrazioni con una tolleranza del  $\pm 5\%$  rispetto ai valori nominali (231). La pretensione sarà effettuata solo dopo sufficiente maturazione del bulbo di ancoraggio (28 giorni o meno dall'ultima iniezione secondo il tipo di miscela). In caso di cedimenti all'atto del tiro, saranno sospese le operazioni per riprendere le iniezioni del bulbo di ancoraggio.

L'ultimo passo della tesatura potrà essere sovradimensionato per tenere conto delle successive perdite nel cavo stesso; in subordine, esaurite le perdite, il cavo dovrà essere ntesato in modo da riportarsi al valore finale di progetto.

#### 64.6.4. Collaudo

Il numero dei tiranti da sottoporre a collaudo, come pure l'ubicazione, verrà concordato con la Direzione Lavori. In ogni caso è prescritto che venga collaudato almeno un tirante per ogni tipo installato, per ogni portata utile prevista e per ogni opera, con un minimo di un tirante ogni trenta per tiranti delle stesse caratteristiche tipologiche e di impianto.

#### 64.6.5. Rapporto tecnico

Per ciascun tirante devono essere compilati i rapporti relativi alla varie fasi esecutive dove saranno annotate almeno le seguenti informazioni: tipologie di perforazione adottate e caratteristiche dei terreni attraversati; composizione del tirante e protezioni; modalità esecutive delle iniezioni e tipologia della miscela; fasi di taratura e modalità di controllo delle misurazioni.

I rapporti saranno compilati su moduli indicativamente conformi a quelli riportati al punto 3.9 delle Raccomandazioni AICAP.

### Art. 65

## PALANCOLE - DIAFRAMMI DI PALI - DIAFRAMMI CDNTINUUI

### 65.1. PALANCOLE

#### 65.1.1. Palancole in legno

Saranno formate da tavole di faggio o abete di prima qualità, di dimensioni minime  $8 \times 25$  cm con giunzioni lavorate a incastro o a battente; i pannelli saranno delimitati da pali in legno ogni 2,00 m, controventati orizzontalmente. L'infissione avverrà come per i pali in legno.

#### 65.1.2. Palancole metalliche

Potranno essere a "U" (tipi Larssen-Carnegie), ad "S", a "Z" (tipo Krupp-Hoesh) o a sezione chiusa tubolare, in rapporto alle prescrizioni; dovranno rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego, elevata protezione contro le corrosioni.

#### 65.1.3. Palancole in cemento armato

Usate come diaframmi in opera definitivi, potranno essere, al pari dei pali, prefabbricate fuori opera o formate in opera (tipo Franki, ecc.); in ogni caso avranno spessore ed armatura adeguati alle sollecitazioni di lavoro e giunzioni ad

(227) Si richiamano, sull'argomento, le prescrizioni di cui al punto 6 delle Raccomandazioni AICAP.

(228) Perdita massima di 1 litro/min x m x bar.

(229) Perdita massima di 0,2 litri/min x m x bar.

(230) Nei terreni sciolti o coesivi la prova sarà eseguita esclusivamente con la miscela di iniezione. In caso di esito positivo potrà inserirsi immediatamente il tirante nel foro senza preventivo lavaggio.

(231) In particolare il cantiere sarà dotato di un manometro campione, di recente taratura, con possibilità di montaggio in parallelo con quello di servizio.

incastro rese impermeabili, per il tipo prefabbricato ed infisso, da apposite iniezioni di cemento.

L'infissione o la formatura in opera con casseformi estraibili avverrà con le procedure e le cautele in particolare riportate per i pali al precedente art. 64.

## 65.2. DIAFRAMMI

### 65.2.1. Diaframmi di pali trivellati

Saranno costituiti da pali realizzati in accostamento, nel tipo Wolfsholz o similari, costipati con aria compressa. L'esecuzione dovrà avvenire con particolare cura; il getto del calcestruzzo di un palo dovrà essere fatto dopo avere già infisso il tubo-forma del palo successivo.

Se per la natura del terreno (ciottoli grossi, trovanti, ecc.) non si riuscisse ad affondare nel terreno i due tubi-forma a perfetto contatto, dovrà opportunamente cementarsi, con adeguate iniezioni, la zona di terreno interposta tra i due pali.

### 65.2.2. Diaframmi continui eseguiti con impiego di fanghi di bentonite

Saranno costituiti da vere e proprie pareti di calcestruzzo, di spessore e profondità rapportati alle esigenze di impiego, armate o meno, a sezione costante, continua e monolitica fra giunto e giunto, formate in opera.

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi bentonici e con procedure e mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso. Per il getto del conglomerato e le eventuali armature si procederà come per i pali realizzati con analogo sistema. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti si da garantire la più assoluta impermeabilità.

Sarà altresì cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile, alla Direzione, i calcoli e i disegni esecutivi precisando, nel contempo, le modalità di esecuzione per tutte le fasi del lavoro. Il numero e le dimensioni dei singoli pannelli, come pure l'ordine di realizzazione degli stessi, potranno essere comunque fissati o variati dalla Direzione Lavori, senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

## Art. 66

### MALTE - QUALITÀ E COMPOSIZIONE

#### 66.1. GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'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 o 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 solamente 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 gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie e 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 o 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.

La Direzione potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni o 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).

UNI EN 998-1 - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.

UNI EN 998-2 - Idem. Malte per murature.

UNI EN 1015 - Metodi di prova per malte per opere murarie (2-7-9-10-11-12-18-19-21).

UNI EN 943-3 - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

#### 66.2. COMPOSIZIONE DELLE MALTE

##### 66.2.1. Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche - Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 63.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2

(Marcatura CE) (232). Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm<sup>2</sup>.

TAB. 62 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm<sup>2</sup>)

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

(232) Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, è indicato nella presente tabella (v. punto 11.9.4 delle norme tecniche). Per garantire la durabilità delle malte è necessario che i componenti non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malte per mureture UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+
	Uso non strutturale	4

TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m<sup>3</sup> di inerte)

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 32.5 R	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					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 opera di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00			Per murature a sacco Per murature ordinarie Per murature in laterizi Per intonaci
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50					
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

### 66.2.2. Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di 1 : 1 : 1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE (233). Si richiama-  
no le norme:

- UNI 8993 - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).
- UNI 8494 - idem. Controllo dell'idoneità (+F. A1).

### 66.2.3. Malte per iniezioni di cavi di precompressione

Dovranno rispondere alle norme di seguito riportate:

- UNI EN 445 - Malte per cavi di precompressione. Metodi di prova.
- UNI EN 446 - idem. Procedimento di iniezione della malta.
- UNI EN 447 - idem. Prescrizioni per malta comune.

Le malte comuni saranno composte da cemento Portland, acqua e additivi. Le caratteristiche dei materiali usati dovranno essere tali che il contenuto di cloruro della malta non superi lo 0,1% di Cl<sup>-</sup> rispetto alla massa di cemento. Non è consentito aggiungere cloruri. Il cemento dovrà essere conforme al tipo CEM I; l'acqua a quanto specificato nella UNI EN 1008; gli additivi, che potranno essere utilizzati singolarmente o in combinazione, dovranno essere conformi a quanto specificato nella norma UNI EN 934-4. Elementi inerti (es. farina di sabbia) potranno impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso, inerti/cemento, inferiore al 25%. In ogni caso la miscela cemento-inerti additivi dovrà essere passante al setaccio con maglia di lato non superiore a 2 mm.

Le proprietà delle malte devono rispettare le prescrizioni di cui al punto 5 della norma UNI EN 447 con riguardo alla fluidità e all'essudamento nella condizione plastica, alla variazione di volume durante l'indurimento e alla resistenza meccanica post-indurimento; in particolare la variazione di volume, se valutata secondo EN 445, dovrà essere compresa tra -1/+5% (diminuzione 0 per impiego di agenti espansivi) mentre la resistenza alla compressione, valutata a 28 giorni, dovrà essere non inferiore a 30 MPa.

Le malte potranno essere fornite anche come prodotto industriale, in confezioni sigillate, ed essere costituite anche da altri materiali (resine, ecc.); dovranno comunque essere prive di polvere di alluminio, coke fluido ed altri agenti che possano provocare espansione liberando idrogeno, azoto, ossigeno ed altri gas. La validità dovrà essere dimostrata mediante idonea documentazione sperimentale e certificazione.

### 66.3. ALTRE MALTE

(233) Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante la classe della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non dovesse rientrare tra quelli previsti dalla norma, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Art. 67  
**MURATURE**

67.0. GENERALITÀ

Tutte le murature dovranno essere realizzate secondo i disegni di progetto nonché, per le strutture resistenti, secondo gli esecutivi che l'Appaltatore sarà tenuto a fornire o a verificare a norma delle disposizioni generali sull'argomento riportate in Appendice.

La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia tra le varie parti di esse ed evitando, nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori. In ogni caso i lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, non dovranno essere eseguiti nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0 °C.

Per le murature portanti, lo spessore minimo dei muri non dovrà essere inferiore ai valori riportati nella Tab. 64.

67.1. MURATURE PORTANTI

Per tale tipo di murature si dovrà fare riferimento alle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (234) che trattano l'argomento al paragrafo 5.4 ed inoltre, con riguardo ai materiali, ai prodotti per uso strutturale ed alle modalità per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature, al paragrafo 11.9.

**TAB. 64 - Murature portanti. Spessore minimo**

Muratura in elementi resistenti artificiali	pieni .....	12 cm
" " " " " "	semipieni .....	20 cm
" " " " " "	forati .....	25 cm
Muratura di pietra squadrata	.....	24 cm
Muratura listata	.....	40 cm

**67.1.1. Muratura con elementi resistenti naturali**

Sarà costituita da tre tipi: muratura di pietra non squadrata, muratura listata e muratura di pietra squadrata. In tutti i casi gli elementi naturali saranno ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile e resistente al gelo; non dovranno contenere sostanze solubili o residui organici, dovranno essere integri, privi di zone alterate o removibili e dotati di buona adesività alle malte (235).

**67.1.2. Muratura con elementi resistenti artificiali**

La muratura sarà costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tramite malta di prescritta composizione.

Gli elementi potranno essere di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale o alleggerito; potranno essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa oppure in direzione parallela. In ogni caso dovranno rispondere ai requisiti prescritti al punto 11.9 delle "Norme Tecniche" in parte riportate nelle norme di accettazione dei materiali di cui al Cap. I del presente Capitolato.

**67.1.3. Muratura armata**

Per la muratura armata (236) dovranno osservarsi le prescrizioni di cui al punto 5.4.7 delle "Norme Tecniche". La malta o il conglomerato di riempimento dei vani o alloggi delle armature dovrà avere  $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$  e idoneo spessore per il ricoprimento delle armature.

67.2. MURATURE IN ZONA SISMICA

Per le murature in zona sismica, sia di tipo ordinario che armate, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.7.11 delle "Norme Tecniche" (237) nonché le norme di cui all'Allegato 2, paragrafo 8, delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, e s.m.i.

67.3. MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAMA A SECCO

**67.3.1. Muratura di pietrame a secco**

Dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera ben collegate, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, di lato comunque non inferiore a 20 cm, ed atte a combaciare tra di loro. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

**67.3.2. Riempimenti di pietrame**

Saranno eseguiti collocando il pietrame in opera a mano, su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto di carichi, spinte o assestamenti. La pezzatura del materiale adoperato dovrà essere decrescente dal basso verso l'alto onde impedire la penetrazione delle materie di rinterro e la conseguente occlusione dei vuoti.

**67.3.3. Vespai**

Saranno realizzati, se non altrimenti disposto, sotto tutti i pavimenti situati a contatto del terreno. Per locali destinati ad alloggio ne risulterà invece espressamente vietato l'impiego, dovendosi in tal caso realizzare un normale solaio, anche in difformità al progetto, distanziato dal terreno non meno di 50 cm.

(234) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastruttura 14 gennaio 2008 che amana la "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente titolo al paragrafo 4.5.

(235) Tale caratteristica, unitamente ai requisiti di resistenza meccanica, sarà determinata con le modalità di cui al punto 11.9 delle "Norme tecniche".

(236) Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali.

(237) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente titolo al paragrafo 7.8.

I vespai saranno eseguiti su terreno debitamente spianato, saturo ove necessario con materiale arido e ben battuto con la mazzaranga, onde evitare cedimenti. Saranno formati con scapoli di pietra collocati a mano, ben assestati e saranno dotati di cunicoli di ventilazione, interassati di 1,50 ÷ 2,00 m, di sezione 250 ÷ 300 cm<sup>2</sup>, correnti anche lungo le pareti e formati con pietrame idoneamente disposto o con tubazioni di adeguata resistenza traforate al contorno. Detti cunicoli saranno intercomunicanti nonché dotati di un sufficiente e protetto sbocco all'aperto in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

#### 67.4. MURATURA DI PIETRAMA CON MALTA

##### 67.4.1. Muratura a getto (a sacco)

Risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grassa, quest'ultima in proporzione non minore di 0,45 m<sup>3</sup> per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta. La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita di acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa.

##### 67.4.2. Muratura ordinaria (lavorata a mano)

Sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dallo spessore della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati, se non diversamente disposto, con malta cementizia a 300 kg di cemento.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito eseguire la bagnatura dopo averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risulteranno concatenate tra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. Sarà vietato in modo assoluto l'uso di materiale minuto, liscio o rotondeggiante, senza preventivo dimazzamento.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso dello spessore del muro, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessioni fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre, che non si toccheranno mai a secco e non lasceranno spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico, a faccia vista, e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature in elevazione.

Le facce viste delle murature di pietrame, non destinate ad essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate, ad arte, con malta cementizia a 400 kg di cemento.

##### 67.4.3. Muratura mista

La muratura mista di pietrame e mattoni sarà eseguita come al precedente punto 67.4.2. intercalando per ogni metro di altezza, dei ricorsi a doppi filari di mattoni pieni. I filari dovranno essere stesi a tutto lo spessore del muro e disposti secondo piani orizzontali.

#### 67.5. MURATURA IN ELEMENTI NATURALI - TUFO - PIETRA DA TAGLIO

##### 67.5.1. Muratura in conci di tufo

Dovrà procedere per strati perfettamente orizzontali ed a tale scopo il materiale dovrà essere perfettamente squadrato e di altezza costante. La lunghezza dei conci di tufo, per ciascun filare, non dovrà mai risultare inferiore alla minore dimensione degli stessi; i conci saranno collocati in opera sfalsati e verranno allettati e rabboccati con malta comune.

Lo spessore dei giunti non dovrà essere superiore a 5 mm; le connessioni saranno del tipo rientrante con la malta diligentemente compressa e senza sbavature.

##### 67.5.2. Muratura in pietra da taglio

La pietra da taglio dovrà presentare la forma e le dimensioni previste in progetto ed essere lavorata secondo le prescrizioni di Elenco. In tutte le lavorazioni comunque, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessioni non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra lavorata a grana ordinaria e di 3 mm per quella lavorata a grana fine.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature.

#### 67.6. MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI

##### 67.6.0. Generalità

La muratura dei mattoni dovrà essere eseguita con materiale rispondente alle prescrizioni dell'art. 44. I laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione, per immersione prolungata in appositi recipienti e mai per aspersione.

La posa in opera dovrà avvenire con le connessioni alternate, in corsi orizzontali e normali alle superfici esterne; i mattoni saranno posati sopra un adeguato strato di malta e premuti sopra (mai battuti con martello) onde provocare il refluimento della malta ed il riempimento delle connessioni. La larghezza delle connessioni sarà compresa tra 5 e 8 mm, secon-

do le malte impiegate; per i tipi a paramento sarà costante di 5 mm. Le malte da impiegarsi dovranno pertanto, se necessario, essere setacciate onde evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori ai limiti di tolleranza precedentemente fissati.

#### 67.6.1. Muratura di tamponamento

Salvo diversa disposizione, la muratura di tamponamento verrà sempre realizzata a doppia parete di laterizio (a cassetta), con mattoni pieni o semipieni ad una testa per la parete esterna e mattoni forati in foglio, di spessore non inferiore a 8 cm, per quella interna.

La distanza delle due pareti dovrà essere tale che lo spessore complessivo della muratura, al rustico, non risulti inferiore a 30 cm. Le spallette, mazzette, sguinci, squarci, ecc. saranno eseguiti in mattoni pieni di almeno una testa; i parapetti delle finestre in mattoni pieni o semipieni di spessore non inferiore a due teste o, del pari, a cassetta.

Le pareti di tamponamento, sia esterne che interne, dovranno sempre mascherare le strutture in conglomerato cementizio; qualora ciò non risultasse possibile, e a giudizio della Direzione, il mascheramento verrà effettuato con tavole di laterizio.

#### 67.7. PARETI A UNA TESTA E IN FOGLIO

Le pareti a una testa e in foglio verranno eseguite con pezzi scelti, esclusi i rottami e quelli comunque deteriorati o danneggiati. Tutte le pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare le necessità di forte impiego di malta per l'intonaco. Le pareti saranno perfettamente ammassate tra di loro e ben collegate alle altre pareti portanti o di tamponamento; eventuali lati liberi dovranno essere riquadrati con telati in legno o in acciaio.

#### 67.8. PARAMENTI DELLE MURATURE

##### 67.8.0. Generalità

Tutte le murature non soggette a rivestimento potranno venire richieste con la lavorazione dei paramenti, nei tipi di seguito indicati o altri particolari che potranno essere prescritti in Elenco o ordinati dalla Direzione Lavori. Tra questi, la lavorazione con *pietra rasa e testa scoperta* dovrà sempre intendersi compresa nel prezzo della muratura, mentre, per gli altri tipi di lavorazione, si darà luogo ad apposito compenso o a relativo sovrapprezzo.

Resta in ogni caso stabilito che l'Appaltatore, prima di dar mano alle murature e ai relativi paramenti, dovrà apprestare, a propria cura e spese, apposite campionature che saranno sottoposte all'approvazione della Direzione.

##### 67.8.1. Paramento a pietra rasa e testa scoperta (opera incerta)

In questo tipo di paramento il pietrame dovrà essere scelto diligentemente tra il migliore e la sua faccia dovrà essere ridotta a superficie approssimativamente piana o, qualora si presti, a convenienti bugne, secondo le disposizioni della Direzione.

Le pareti esterne dei muri dovranno risultare ben allineate e non presentare, alla prova con regolo, eccessive rientranze o sporgenze (massimo 2 + 3 cm). Le facce di posa e di combaciamento dovranno essere spianate e adattate con il martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre non dovrà mai essere minore di 25 cm, mentre nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo l'uso delle scaglie. Le stesse connessioni dovranno poi essere stuccate e stilate con malta bastarda o cementizia secondo prescrizione.

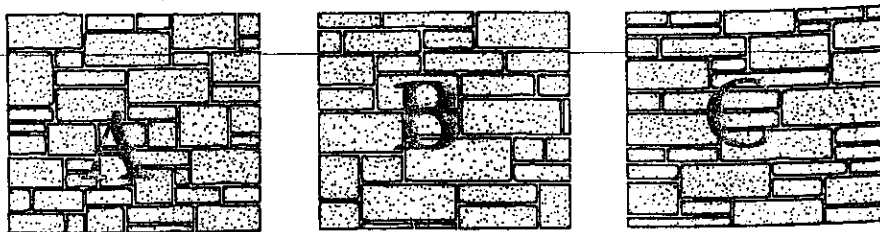
##### 67.8.2. Paramento a mosaico greggio

Nella lavorazione a mosaico, si dovranno seguire, di massima, le norme precedentemente indicate al punto 767.8.1. con la differenza che la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura irregolarmente poligonale; sarà vietato inoltre l'uso di scaglie ed i giunti dovranno avere dimensioni non superiori a 15 mm.

##### 67.8.3. Paramento a corsi irregolari

In questo tipo di paramento il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadri sia con il martello, sia con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento per lo più normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali, di altezza che potrà variare da corso a corso e potrà anche non essere costante per l'intero filare.

FIG. 13 - Muratura pietrame. Lavorazione a faccia vista a corsi irregolari



##### 67.8.4. Paramento a corsi regolari

Nella lavorazione a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente squadri, con la faccia rettangolare, e lavorati alla grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del corso; due corsi adiacenti, invece, potranno differire tra loro in altezza, per differenze comunque non superiori a 5 cm. La Direzione Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, che comunque non sarà mai inferiore a 20 cm. Le facce di posa dovranno essere parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa.

Tanto nella lavorazione a corsi irregolari quanto in quella a corsi regolari non sarà tollerato l'uso di scaglie nelle facce a vista ed inoltre il combaciamento dei conci dovrà avvenire per 2/3 della loro rientranza nelle facce di posa e non potrà mai essere minore di 10 cm nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; la larghezza delle connessioni non dovrà eccedere i 10 mm.



La stilatura dei giunti sarà effettuata scarnendo e pulendo le connessure sino ad una conveniente rientranza, lavando con acqua, indi riempiendo e stilando con malta cementizia a 500 kg di cemento ed apposito ferro, di guisa che il contorno delle pietre si possa presentare, a lavoro ultimato, netto e senza sbavature.

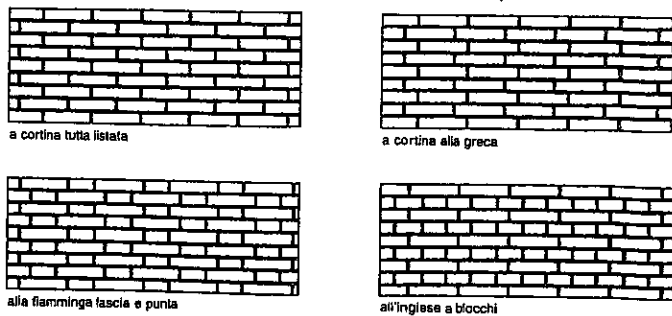
#### 67.8.5. Paramento a cortina di mattoni

Salvo l'uso di laterizi o mattoni speciali, questo tipo di paramento verrà eseguito con i mattoni di cui all'art. 44. I mattoni presenteranno tinta uniforme, dimensioni costanti, spigoli diritti e vivi e caratteristiche superficiali e cromatiche come richiesto dalla Direzione Lavori.

I mattoni saranno disposti con perfetta regolarità di connessure, sia orizzontali che verticali; la larghezza delle stesse sarà di 5 mm, salvo diversa disposizione; la profilatura dei giunti potrà venire ordinata secondo 5 tipi (concavo, angolato a U, spatolato a gocciolatoio o sub-verticale, incavato, retto) e verrà eseguita con malta cementizia dosata a 500 kg di cemento.

A paramento eseguito, e dopo un congruo tempo che valuterà la Direzione dei lavori, la superficie a vista verrà accuratamente ripulita, spazzolata e lavata con acqua. Il paramento finito non dovrà comunque presentare errori di planarità superiori a 5 mm, misurati con regolo di almeno tre metri di lunghezza.

FIG. 14 - Muratura di mattoni. Paramenti a faccia vista - Tipi



#### Art. 68

### CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

#### 68.0. GENERALITÀ

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 66.1.

#### 68.1. CALCESTRUZZI DI MALTA

##### 68.1.1. Calcestruzzo ordinario

Sarà composto da 0,45 m<sup>3</sup> di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m<sup>3</sup> di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

##### 68.1.2. Calcestruzzo ciclopico

Sarà costituito dal calcestruzzo di cui al precedente punto e da pietrame annegato, nelle rispettive proporzioni di 2/3 ed 1/3. Il pietrame dovrà sempre essere accuratamente ripulito e lavato ed avere resistenza a compressione non inferiore a 90 N/mm<sup>2</sup>. Sarà impiegato in pezzatura assortita, di dimensioni mai superiori al 25% dello spessore della muratura ed in ogni caso non superiori a 25 cm per getti di fondazione ed a 15 cm per quelli in elevazione.

Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, battendo con mazzeranghe ed avendo cura che disti sempre non meno di 5 cm dalle superfici esterne della struttura.

#### 68.2. CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI (238)

##### 68.2.0. Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005 (239) il quale, al paragrafo 11.1, richiama anche la norma UNI EN 13670-1. In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 11104 - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma del punto 11.1.2 delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 8981-1 ÷ 7 e in particolare:

UNI 8981-7 - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

(238) Si definisce calcestruzzo *normale* il prodotto avente massa volumica, dopo essiccazione in stufa, compreso tra 2000 e 2600 kg/m<sup>3</sup>. Si definisce *pesante* quello avente massa volumica superiore a 2600 kg/m<sup>3</sup>.

(239) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2009 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

### 68.2.1. Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui al punto 11.1.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 43.3. del presente Capitolato.

### 68.2.2. Inerti - Granulometria e miscele

Oltre a quanto stabilito al punto 11.1.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 42.3. del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.).

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);
- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copri ferro (v. UNI 8981/5).

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura. Con riferimento alla normativa UNI 8520, saranno accertati: il tenore di impurità organiche (UNI 8520/14); il materiale passante allo staccio 0,075 UNI 2332, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) e allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio) (240); il coefficiente di forma (241), che non dovrà essere inferiore a 0,15.

Con lo stesso riferimento normativo, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm<sup>2</sup>); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza  $\leq$  C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

### 68.2.3. Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 42.1. del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

### 68.2.4. Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2) (242).

FIG. 15 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 15 mm (D 15)

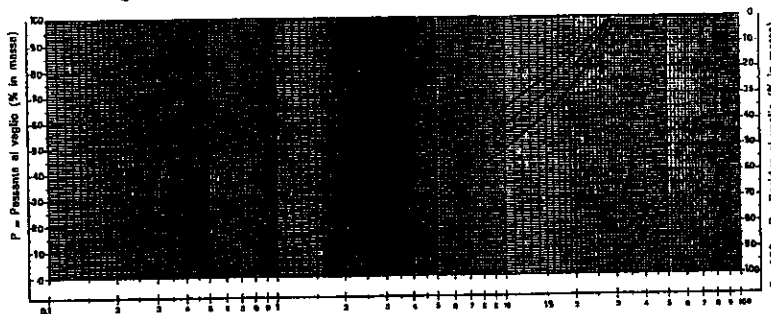
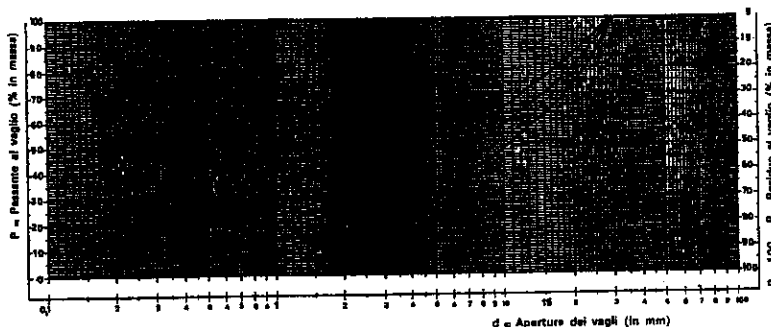


FIG. 16 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 30 mm (D 30)



(240) in relazione alla granulometria, secondo UNI 8520-1 gli aggregati sono classificati come segue:

- **Aggregati grossi**, con passante alla staccio 4 UNI 2332 minore del 5%;
- **Aggregati fini**, con passante alla staccio 4 UNI 2332 maggiore del 95%;
- **Filler**: con passante allo staccio 0,075 UNI 2332 maggiore del 90%.

Secondo UNI EN 12620 per **aggregato grosso** si intende un aggregato la cui dimensione superiore "D" è maggiore o uguale a 4 mm e la cui dimensione inferiore "d" è maggiore o uguale a 2 mm; per **aggregato fine**, quello la cui dimensione superiore "D" è minore o uguale a 4 mm; per **filler**, quello che passa per la maggior parte allo staccio di 0,063 mm. Si richiamano peraltro, per i requisiti granulometrici, i prospetti e le notazioni di cui al punto 4.3 della norma europea, ed i requisiti di cui alla Tab. 11.1.IV delle Norme Tecniche.

(241) il coefficiente di forma "C" è dato dal rapporto  $6V/3,14 N^2$  dove "V" è il volume del grano ed "N" è la dimensione maggiore.

(242) V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

### 68.2.5. Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 55.6. del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore (243).

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

### 68.2.6. Aggiunte

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l'utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

### 68.2.7. Composizione del conglomerato

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "mix-design" che potrà essere di tipo semplice (244) o complesso (245) a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

### 68.2.8. Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione (246).

Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 80) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (a/c) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di 0,35 ÷ 0,40 per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

### 68.2.9. Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massa nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massa volumica (247) ed il valore di riferimento.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 - UNI 11104) (248)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media				molto alta				
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyi (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna (249); modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

### 68.2.10. Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o ri-

(243) I calcestruzzi con classe di consistenza  $\geq$  S4, V4, C3 o  $\geq$  F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

(244) Il "mix-design" è semplice quando è necessario convertire in termini di composizione del calcestruzzo i seguenti requisiti: la resistenza caratteristica, la lavorabilità, il tipo di cemento e il diametro massimo dell'inerte.

(245) Il "mix-design" è complesso quando oltre ai quattro requisiti di cui alla superiore nota esistono altri requisiti quali: la durabilità, il ritiro, ecc.

(246) Per la precisione dell'apparecchiatura di misura v. il Prospetto X della UNI 9858. Il dosaggio dei componenti (cemento, acqua, aggregati) dovrà essere garantito con una precisione del  $\pm$  3%; quello degli additivi con una precisione del  $\pm$  5%.

(247) Per il calcestruzzo normale, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2000 kg/m<sup>3</sup> e non deve superare 2600 kg/m<sup>3</sup>. Per il calcestruzzo leggero la massa deve rientrare nei valori limiti riportati nel prospetto 9 della norma. Per il calcestruzzo pesante, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Se la massa volumica è specificata come valore di riferimento, la tolleranza applicata è di  $\pm$  100 kg/m<sup>3</sup>.

(248) Nella superiore classificazione non risultano riportate la classe C 30/37 (media) e le classi C 80/95, C 90/105, C 100/115 (alta resistenza) queste ultime non prese in considerazione dal D.M. 14 settembre 2005 ma contemplate dalla UNI EN 206-1.

(249) La temperatura del calcestruzzo fresco alla consegna dovrà essere di norma non inferiore a 5 °C; temperature diverse potranno essere specificate dalla Direzione dei lavori.

spettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

#### 68.2.11. Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto  $\leq$  C 16/20, dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

#### 68.2.12. Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti (250):

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a  $10^{-9}$  cm/s prima delle prove di gelività ed a  $10^{-8}$  cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
<b>Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
<b>Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
XC1	Asciutto o sempre bagnato	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse.
XC2	Bagnato. Di rado asciutto	Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni.
XC4	Ciclicam. asciutto o bagnato.	Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
<b>Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, di rado asciutto	Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamaria asciutto o bagnato	Elementi strutturali soggetti ad agenti disgalanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
<b>Corrosione indotta da acqua di mare</b>		
XS1	Esposto a salsedine di mare	Calcestruzzo armato in struttura sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Struttura marine completamente immerse in acqua.
XS3	Esposto a spruzzi o a marea	Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
<b>Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti</b>		
XF1	Moderata saturazione d'acqua	In assenza di agente disgalante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua a gelo.
XF2	Idem con agente disgalante	Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgalanti.
XF3	Elevata saturaz. d'acqua	In assenza di agente disgalante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo.
XF4	Idem con agente disgalante	Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo o all'azione degli agenti disgalanti.
<b>Attacco chimico</b>		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni esposte nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni (251):

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con  $D_{max}$  di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con  $D_{max}$  di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

(250) Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria a salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a compressione. Il criterio trae la sua ratio dalle correlazioni tra impermeabilità - rapporto a/c - e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 69).

(251) V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto dalle miscele di calcestruzzo basate sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 70 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche la norma della serie UNI 8981 (1-8).

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	debole	moderato	forte
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO <sub>2</sub> aggressiva (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	> 100
ioni ammonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg Mg <sup>2+</sup> /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3000	3000-6000
<b>Terreno secco</b>	<b>XA1</b>	<b>XA2</b>	<b>XA3</b>
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg di terreno seccato all'aria)	2000-3000	3000-12000	> 12000

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa U <sub>a</sub> dal calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'ecceito nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		●	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65%	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
satura	0	1	1	3	3

0 = rischio trascurabile      1 = rischio modesto;  
 2 = rischio medio              3 = rischio alto

● = calcestruzzo carbonatato      ■ = calcestruzzo con cloruri

TAB. 69 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

REQUISITI	Classi di esposizione															
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
		XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
						XS1	XS2	XS3								XD1
Massimo rapporto a/c		0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C28/35	C35/40	C35/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28/35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )		300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)											3,0					
Altri requisiti											Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati		

### 68.2.13. Prelievo dei campioni - Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 settembre 2005, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (*prelievo*) conformemente alla prescrizione di cui al punto 11.1.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. Le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore.

Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m<sup>3</sup>, ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea (252). Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup>, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).

Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale, riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo; data e ora del prelievo, provenienza del prelievo, posizione in opera del calcestruzzo.

### 68.2.14. Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

(252) Risulta quindi un controllo di accettazione (costituito da n. 6 provini) ogni 300 m<sup>3</sup> al massimo di getto. In ogni caso, sia per il controllo di tipo A che per quelli di Tipo B, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla presente tabella, dove: R<sub>m</sub> è la resistenza media dei prelievi, R<sub>1</sub> è il valore più basso della resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>) ad s è lo scarto quadratico medio.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
R <sub>1</sub> ≥ R <sub>ck</sub> - 3,5	
R <sub>m</sub> ≥ R <sub>ck</sub> + 3,5	R <sub>m</sub> ≥ R <sub>ck</sub> + 1,48s
(N° prelievi 3)	(N° prelievi ≥ 5)

### 68.2.15. Prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 32,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vebé secondo UNI EN 12350-3.

La prova di omogeneità (253) sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del dosaggio del cemento e dell'acqua e di resa volumetrica dell'impasto verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del contenuto d'aria sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di resistenza a compressione, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

TAB. 70 - Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams

Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S 1	10 ÷ 40 mm	Umida
S 2	50 ÷ 90 "	Plastica
S 3	100 ÷ 150 "	Semifluida
S 4	160 ÷ 200 "	Fluida
S 5	≥ 210 "	Superfluida

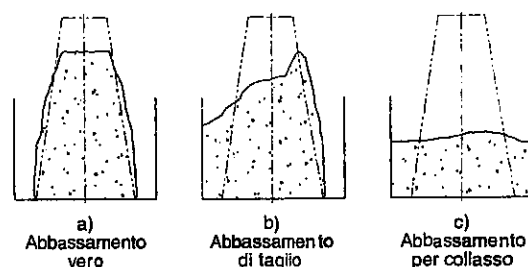
TABB. 71 e 72 - Classi di consistenza: indici di compatibilità e spandimento (UNI EN 12350-4-5)

Classe	Indice di compatibilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

Classe	Indice di compatibilità (mm)
F1	≤ 340
F2	da 350 a 410
F3	da 420 a 480
F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6	≥ 630

FIG. 17 - Forme di abbassamento del cono (UNI EN 12350-2)



### 68.2.16. Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.

Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri (254).

### 68.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO (255)

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il sistema di gestione della qualità del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo (256).

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

### 68.4. CALCESTRUZZI SPECIALI

#### 68.4.1. Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Sia nei tipi normali (non strutturali) che strutturali, potranno essere realizzati con argilla espansa, pomice granulare,

(253) La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

(254) Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Dove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come *non conforme* e la Direzione dei lavori esprimerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

(255) Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, il produttore dovrà fornire un documento di consegna in cui siano riportate almeno le seguenti informazioni (parte delle quali potranno essere riportate in apposito catalogo tipologico da depositarsi in cantiere): • nome dell'impianto di preconfezionamento • numero del documento • giorno e ora del carico ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento • identificativo del veicolo di trasporto • nome e ubicazione del cantiere • riferimento all'ordine • quantità di calcestruzzo in metri cubi • dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1 • nome o marchio dell'ente di certificazione (se previsto) • ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere • ore di inizio scarico e di fine scarico ed eventuali interventi allo scarico.

Ancora, per il calcestruzzo a prestazione garantita:

- classe di resistenza • classi di esposizione ambientale • classe di contenuto in cloruri • classe di consistenza o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato, inoltre, se oggetto di specifica: valori limite di composizione del calcestruzzo • tipo e classe di resistenza del cemento • tipi di additivi e aggiunte • proprietà speciali. Ancora, nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: • classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

E per il calcestruzzo a composizione richiesta:

- dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e tipo di eventuale additivo) • secondo specifica, rapporto acqua/cemento oppure consistenza, espressa come classe o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato.

(256) Si richiama il punto 11.1.8. delle "Norme Tecniche". I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo confezionato con processo Industrializzato dovranno indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica. Il Direttore dei lavori acquisirà, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione di controllo del processo produttivo e rifiuterà le eventuali forniture non conformi.

verniculite espansa e scisti espansi in genere, secondo prescrizione, e dovranno rispondere per definizioni, classificazione, prestazioni e valutazione della conformità alla seguente normativa:

**UNI 7548-1** - Calcestruzzo leggero con argilla espansa o scisti espansi. Definizione e classificazione.

**UNI EN 296-1** - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

**UNI EN 13055-1** - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.

Per la classifica, ove si faccia riferimento alla massa volumica del calcestruzzo (da determinarsi secondo UNI 7548-2), saranno individuate 6 classi come dalla tabella che segue:

Ove la classifica sia riferita alla resistenza a compressione, verrà definitivo il *calcestruzzo strutturale*, quale materiale avente massa volumica media compresa tra 1200 e 2000 kg/m<sup>3</sup> e resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 15 MPa (15 N/mm<sup>2</sup>). In ogni caso, sia per i calcestruzzi strutturali che per quelli normali, le classi di resistenza caratteristica saranno individuate come da tabella che segue:

**TAB. 73 - Calcestruzzo leggero. Classi di massa volumica**

Classe di massa volumica	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
intervallo di massa volumica	≥ 800 e ≤ 1000	> 1000 e ≤ 1200	> 1200 e ≤ 1400	> 1400 e ≤ 1600	> 1600 e ≤ 1800	> 1800 e ≤ 2000

**TAB. 74 - Calcestruzzo leggero. Classi di resistenza a compressione**

Classe di resistenza a compressione	LC 8/9	LC 12/13	LC 16/18	LC 20/22	LC 25/28	LC 30/33	LC 35/38
	LC 40/44	LC 45/50	LC 50/55	LC 55/60	LC 60/66	LC 70/77	LC 80/88
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyl (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa).							

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.

Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato. All'impasto dovranno essere aggiunto degli additivi tensio-attivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e ciò al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico più alto.

Nel caso di calcestruzzo strutturale gli inerti, ove costituiti da argilla espansa, presenteranno struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione post-cottura; ove invece costituiti da scisti espansi, presenteranno struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumabili. Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero inoltre, determinato dopo 30 minuti secondo UNI EN 1097/6, dovrà essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m<sup>3</sup> (UNI EN 13055-1) e del 15% per aggregati con massa volumica fino a 500 kg/m<sup>3</sup>.

La confezione del calcestruzzo dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto E.4.1 della Circolare LL.PP. n. 252/96 per quanto compatibile; il tempo di miscelazione dei componenti non dovrà essere inferiore ad 1 minuto. Al momento della posa il calcestruzzo dovrà avere una consistenza plastica, con indice di compatibilità (UNI 11013) compreso tra 1,25 e 1,11 (classe C2, Tab. 71). I getti dovranno essere eseguiti a strati di spessore limitato e compattati a mezzo di vibratori.

#### 68.4.2. Calcestruzzo cellulare

Il calcestruzzo cellulare sarà ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantità di bollicine di aria, di piccolissime dimensioni, uniformemente distribuite nella stessa. L'effetto sarà 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) sarà prescritto in Elenco o stabilito dalla Direzione in funzione delle caratteristiche richieste. In linea di massima comunque verranno adottate densità di 1200 ÷ 1400 kg/m<sup>3</sup> per manufatti di grandi dimensioni e per i quali si richiederà una grande resistenza strutturale unitamente ad un buon isolamento termo-acustico; densità di 700 ÷ 1000 kg/m<sup>3</sup> per pannellature di piccole e medie dimensioni e infine densità di 300 ÷ 600 kg/m<sup>3</sup>, ottenute anche con l'impiego di solo cemento, con funzione termo-acustica, per massetti di terrazze, sottofondi di pavimenti e riempimento di intercapedini.

#### 68.4.3. Calcestruzzo autocompattante

Definito in acronimo SCC (257), dovrà rispondere a quanto prescritto dalla seguente norma:

**UNI 11040** - Calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Il calcestruzzo sarà formulato in base ai requisiti previsti dal progetto e alle esigenze di cantiere, tenendo in considerazione i tempi di trasporto e messa in opera, le modalità di quest'ultima, i tempi di scasseramento e le condizioni di stagionatura.

I requisiti di specifica riguarderanno la conformità alla norma UNI 11040, la consistenza (fluidità), la classe di resistenza, la classe di esposizione e la dimensione massima nominale dell'aggregato che, di norma, non dovrà superare il  $D_{max}$  di 25 mm (258).

(257) Gli SCC (Self Compacting Concrete) sono calcestruzzi UNI EN 206-1 che in opera si compattano senza intervento di mezzi esterni (vibratori) per effetto della sola forza gravitazionale.

(258) Ulteriori requisiti potranno riguardare: la massa volumica allo stato fresco; la temperatura allo stato fresco; lo sviluppo delle resistenze; l'innalzamento termico; il tempo di utilizzo (con mantenimento delle caratteristiche di autocompattabilità); il tenore di aria inglobata.

Il rapporto tra aggregato grosso e sabbia sarà mediamente di 1:1; il contenuto in finissimo di 500÷600 kg/m<sup>3</sup> e il rapporto acqua/finissimo di 0,31÷0,36 in massa. La fluidità necessaria sarà ottenuta a mezzo di additivi superfluidificanti. Nel caso di calcestruzzi per cui è richiesta la resistenza al gelo (classi di esposizione XF2, XF3, XF4), il tenore in aria inglobata totale del calcestruzzo fresco, valutata secondo UNI EN 12350-7, non dovrà essere minore del 4,5% in volume.

Il calcestruzzo dovrà essere qualificato. La documentazione di qualifica dovrà riportare anche la sequenza di carico dei costituenti ed i tempi di miscelazione. Per le ulteriori caratteristiche si farà riferimento alla Tab. 75.

L'immissione del calcestruzzo nei casseri a mezzo di tubazione o tramoggia, non dovrà superare un'altezza di caduta di 5 m e una distanza massima di scorrimento di 10 m. Per il riempimento di colonne, onde evitare la segregazione e l'immissione di aria, sarà opportuno il riempimento a mezzo di pompa e tubazione sul fondo, curando in ogni caso un adeguato dimensionamento dei casseri. Sarà altresì opportuno impiegare un idoneo agente disarmante.

#### 68.4.4. Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio

Definito in acronimo SFRC (Steel Fibre Reinforced Concrete), potrà essere confezionato in cantiere o preconfezionato, ma dovrà comunque rispondere alle specifiche della presente norma:

**UNI 11039-1** - Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio. Definizioni, classificazione e designazione.

La classificazione potrà essere riferita alla resistenza meccanica o alla consistenza, come da UNI EN 206-1 o anche alla resistenza di prima fessurazione " $f_{f1}$ " (259) e agli indici di duttilità " $D_0$ " e " $D_1$ " (260). La designazione dovrà comprendere: le classi di resistenza, di consistenza e di esposizione UNI EN 206-1, la classe di resistenza di prima fessurazione (v. Tab. 76) e la classe di duttilità negli intervalli di apertura di fessura (0÷0,6) mm e (0,6÷3) mm come indicato in Tab. 84.

Per gli impasti dell'SFRC il contenuto minimo di cemento dovrà essere non inferiore a 330 kg/m<sup>3</sup> e comunque dovrà essere rapportato alla classe di esposizione. Le fibre di acciaio componenti dovranno soddisfare i requisiti della UNI 11037 ed avere un dosaggio non inferiore a 25 kg/m<sup>3</sup>.

#### 68.5. CALCESTRUZZI AD ALTA RESISTENZA (HPC)

Definiti al paragrafo 5.1 delle "Nelle Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (261) e più noti come HPC (High Performance Concrete), caratterizzati da una resistenza meccanica cubica  $R_{ck}$  compresa nell'intervallo di 60÷85 N/mm<sup>2</sup> (262), avranno una composizione indicativa così articolata:

- Cementi delle classi 42,5 R e 52,5 R UNI EN 197-1 in quantità non inferiore a 360 kg/m<sup>3</sup> (263).
- Rapporti acqua/cemento generalmente inferiori a 0,35 (fino anche a 0,25, secondo formulazione).
- Additivi superfluidificanti ed altri eventuali additivi (es. inibitori di corrosione, antigelo, ecc.).
- Aggiunte minerali, da sole o in combinazione ad alta attività pozzolanica e/o elevata area superficiale specifica (fumo di silice, cenere di pula di riso, loppa d'altoforno microfine, ecc.).
- Aggregati di frantumazione di alta qualità (basalto, granito, ecc.) ad alta resistenza meccanica, di granulometria continua con  $D_{max} \leq 25$  mm.

Per calcestruzzi HPC, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e sulla durabilità del prodotto dovranno essere accertate con prove di ottimizzazione prima dell'inizio dei lavori e la produzione dovrà seguire specifiche procedure per il controllo e la certificazione della qualità.

Si richiama l'Appendice H (Disposizioni supplementari per il calcestruzzo ad alta resistenza) della norma UNI EN 206-1.

TAB. 75 - Caratteristiche dei calcestruzzi autocompattanti e valori di accettazione

Caratteristica	Intervallo di accettazione	Metodo di prova
Fluidità	>600 mm	UNI 11041
Tempo di spandimento (per raggiungere il diametro di 500 mm)	≤ 12 s	UNI 11041
Deformabilità (tempo di efflusso dall'imbuto a V)	(4÷12) s	UNI 11042
Scorrimento confinato (attraverso l'anello a J)	$\Delta\phi \leq 50$ mm rispetto allo scorrimento senza anello	UNI 11045
Scorrimento confinato (scatola a L)	$H_2/h_1 > 0,80$	UNI 11043
Scorrimento confinato (scatola a U)	$\Delta h \leq 30$ mm	uni 11044
Stabilità alla sedimentazione (imbuto a V dopo 5 min)	Valore iniziale +3 s	UNI 11042

TAB. 76 - Calcestruzzi rinforzati con fibre di acciaio. Classi di resistenza di prima fessurazione

Classe	F <sub>2,0</sub>	F <sub>2,5</sub>	F <sub>3,0</sub>	F <sub>3,7</sub>	F <sub>4,5</sub>	F <sub>5,5</sub>	F <sub>6,5</sub>	F <sub>7,7</sub>	F <sub>9,0</sub>
Resistenza caratteristica minima $f_{f1}$ [MPa]	2	2,5	3	3,7	4,5	5,5	6,5	7,7	9,0

TAB. 77 - Calcestruzzi rinforzati con fibre di acciaio. Classi di duttilità

Indici di duttilità (valori caratteristici minimi)	Classi di duttilità						
	$D_0$	$D_{0,1}$	$D_{0,2}$	$D_p$	$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$
$D_0$		≥ 0,5	≥ 0,7	≥ 0,9	≥ 1,1	≥ 1,3	≥ 1,55
$D_1$	≥ 0,3	≥ 0,5	≥ 0,7	≥ 0,9	≥ 1,1	≥ 1,3	≥ 1,55
	Andamento decrescente della resistenza			Comportamento plastico		Andamento crescente della resistenza	

più noti come HPC (High Performance Concrete), caratterizzati da una resistenza meccanica cubica  $R_{ck}$  compresa nell'intervallo di 60÷85 N/mm<sup>2</sup> (262), avranno una composizione indicativa così articolata:

- Cementi delle classi 42,5 R e 52,5 R UNI EN 197-1 in quantità non inferiore a 360 kg/m<sup>3</sup> (263).
- Rapporti acqua/cemento generalmente inferiori a 0,35 (fino anche a 0,25, secondo formulazione).
- Additivi superfluidificanti ed altri eventuali additivi (es. inibitori di corrosione, antigelo, ecc.).
- Aggiunte minerali, da sole o in combinazione ad alta attività pozzolanica e/o elevata area superficiale specifica (fumo di silice, cenere di pula di riso, loppa d'altoforno microfine, ecc.).
- Aggregati di frantumazione di alta qualità (basalto, granito, ecc.) ad alta resistenza meccanica, di granulometria continua con  $D_{max} \leq 25$  mm.

Per calcestruzzi HPC, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e sulla durabilità del prodotto dovranno essere accertate con prove di ottimizzazione prima dell'inizio dei lavori e la produzione dovrà seguire specifiche procedure per il controllo e la certificazione della qualità.

Si richiama l'Appendice H (Disposizioni supplementari per il calcestruzzo ad alta resistenza) della norma UNI EN 206-1.

(259) È la resistenza convenzionale a flessione calcolata sulla base del valore di carico in corrispondenza del valore di CTOD m (secondo UNI 11039-2).

(260) L'indice di duttilità è la duttilità dell'SFRC in un intervallo predeterminato di apertura media di fessura (CTOD net.) V. p. 3 UNI 11039-1.

(261) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.M. Infrastruttura 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

(262) La norma UNI EN 206-1 prevede anche resistenze più alte di 85 N/mm<sup>2</sup> a fino a 115 N/mm<sup>2</sup>. Tali resistenze non sono comunque specificamente considerate dal D.M. citato.

(263) La quantità di cemento dovrà comunque risultare la minima, compatibilmente con il raggiungimento della resistenza richiesta, al fine di minimizzare il calore di idratazione ed il ritiro (e quindi la fessurazione, in special modo nei getti con estensione superficiale).



## 68.6. CONGLOMERATO DEBOLMENTE ARMATO O NON ARMATO

Si definisce conglomerato cementizio debolmente armato quello per il quale la percentuale di armatura nelle sezioni rette resistenti è minore dello 0,1% dell'area della sezione e la quantità media di acciaio per metro cubo di conglomerato è  $< 0,3$  kN.

Sia il conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura, sia quello non armato, potranno essere impiegati solo per strutture semplici. Rientrando in questa categoria anche i componenti strutturali in conglomerato cementizio e non per i quali  $R_{ck}$  è inferiore a  $15 \text{ N/mm}^2$ . Per il resto si rinvia al punto 5.1.11 delle "Norme Tecniche".

## Art. 69

MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO  
CONGLOMERATO A VISTA

## 69.1. MURATURA DI GETTO

Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro di fondazione o di elevazione sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, dell'altezza di  $20 \div 30$  cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e, se prescritto, anche vibrato, per modo che non restino vuoti tanto nella massa, quanto nello spazio di contenimento.

Quando il conglomerato dovesse essere collocato in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà venire versato nello scavo mediante secchi a ribaltamento o altra idonea attrezzatura. Per impieghi sott'acqua, si dovranno usare tramogge, casse apribili o altri mezzi, accettati dalla Direzione Lavori, onde evitare il dilavamento del conglomerato nel passaggio attraverso l'acqua.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, risultino perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, sbavature o irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere intonaci, spianamenti, abbozzi o rinzaffi. Le casseformi saranno pertanto preferibilmente metalliche o, se di legno, di ottima fattura.

Le riprese del getto saranno effettuate previo lavaggio della superficie del getto precedente con impiego di malta liquida dosata a 600 kg di cemento. Durante la stagionatura si avrà cura di evitare rapidi prosciugamenti nonché di proteggere i getti da sollecitazioni e sbalzi di temperatura.

L'Appaltatore avrà l'obbligo e l'onere di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto in tempo utile dalla Direzione Lavori circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc. per sedi di tubazioni, cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, barriere, nonché per formelle da mina, ancoraggi diversi, impianti e quant'altro necessario. In difetto, lo stesso dovrà affrontare a proprie spese tutti i tagli, le demolizioni, ecc. ordinati, ed i relativi ripristini, restando in ogni caso responsabile degli eventuali danni che da tale negligenza potessero derivare.

## 69.2. CONGLOMERATO A VISTA

## 69.2.0. Generalità

Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

- a) - *Dirette*, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.
- b) - *Indirette*, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

- A) - *Alta qualità*, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzi ed aggiustamenti.
- B) - *Media qualità*, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto ma permetteranno aggiustamenti successivi.

- C) - *Bassa qualità*, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

## 69.2.1. Contenuto in cemento

I contenuti massimi e minimi in cemento, per impasti che diano luogo a conglomerato di ottimo aspetto, dovranno essere compresi nei limiti stabiliti dalla seguente tabella:

## 69.2.2. Rapporto acqua-cemento

Dovrà essere non superiore a 0,55 per normali condizioni ambientali e dovrà scendere fino a 0,45 per ambienti particolarmente esposti ad atmosfere marine, industriali o corrosive in genere nonché a gelo.

## 69.2.3. Cemento e aggregati

Il cemento adoperato per gli impasti dovrà essere ottenuto, per assicurare uniformità di colore da un'unica lavorazione o meglio, se possibile dalla produzione di un unico giorno. Per finiture colorate dovranno essere usati cementi colorati, essendo vietato aggiungere pigmenti nell'impasto.

TAB. 78 - Conglomerati cementizi a faccia vista. Contenuti ottimali in cemento (Blake)

Categoria di inerti (mm)	Contenuto in cemento $\text{kg/m}^3$	Rapporto approssimato inerti / cemento	Consistenza
D 40	$420 \div 330$	$4/1 \div 6/1$	S2 ÷ S3
D 20	$480 \div 370$	$3,5/1 \div 5/1$	S2
D 10	$540 \div 420$	$3/1 \div 4/1$	S1

Gli aggregati dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite e, se prescritto, lavati; dovranno avere inoltre colore uniforme per tutta la durata del getto e pertanto dovranno essere approvvigionati sempre alla stessa fonte.

La granulometria potrà essere continua o discontinua in rapporto agli effetti da ottenere. Sarà indicata pertanto dalla Direzione Lavori e sarà sperimentata su pannelli preliminari di prova eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore nel numero e nelle dimensioni prescritte.

#### 69.2.4. Disarmanti

Saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola.

Ad applicazione avvenuta la superficie della casseforma dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

#### 69.2.5. Getto - Maturazione - Disarmo

Il criterio della massima uniformità dovrà sempre essere posto a costante riferimento per tutte le operazioni in argomento. Il getto dovrà essere effettuato a ritmo costante superiore a 2,00 m in verticale, all'ora. Le riprese saranno effettuate previa spazzolatura o sabbiatura del getto precedente, evitando le malte e le boiacche di saldatura.

Gli accorgimenti per favorire una giusta maturazione dovranno essere gli stessi per ogni giorno di lavoro e per ogni elemento della struttura. Particolare cura sarà rivolta agli accorgimenti di protezione e ciò sia con riguardo alle azioni meccaniche, sia con riguardo alle variazioni delle condizioni ambientali termo-igrometriche e di ventilazione.

Il disarmo dovrà avvenire con le massime cautele e, se ordinato, anche in due tempi (stacco e rimozione delle casseforme).

#### 69.2.6. Errore di planarità

Per le superfici a finitura piana, l'errore di planarità, misurato con régolo di 2,00 metri, comunque posto sulla superficie da controllare, dovrà essere non superiore a 8 mm per la qualità "A", a 12 mm per la "B" ed a 16 mm per la "C".

#### 69.2.7. Giunti

Dovranno essere eseguiti con la massima cura onde evitare mancanze di allineamento, tolleranze eccessive, sbrodolamenti con conseguenti impoverimenti di malta e scolorimenti, scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Ove possibile i giunti saranno evidenziati con apposite scanalature ricavate inserendo nella cassaforma delle strisce di sigillatura in poliuretano o altro idoneo materiale, opportunamente sagomate.

Quando fosse necessario un giunto di testa piano si dovranno impiegare degli angolari di acciaio intorno al perimetro del pannello il che, oltre a fornire uno spigolo vivo, irrigidirà anche il pannello e migliorerà l'allineamento. Provvedimenti analoghi saranno adottati anche nella esecuzione dei giunti terminali.

Tra due getti successivi, e per superfici piane, la differenza di altezza tra i due piani di superficie non dovrà essere superiore a 2 mm per la qualità "A", a 4 mm per la "B" ed a 6 mm per la "C". Specifiche particolari saranno comunque fissate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

### Art. 70

## OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

#### 70.0. GENERALITÀ

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 (264), decreto con il quale sono state emanate le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", già più semplicemente citate come "Norme Tecniche", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Per le opere da realizzarsi in zona sismica, oltre al rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e 5.7 delle superiori norme, dovrà ancora attenersi al rispetto delle disposizioni riportate nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica", emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, modificata ed integrata con Ord. P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 5.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 (265)

#### 70.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 65).

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica  $R_{ck} < 15 \text{ N/mm}^2$ . Per le classi di resistenza *bassa* ( $15 < R_{ck} \leq 30$ ) e *media* ( $30 < R_{ck} \leq 55$ ) la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  sarà controllata durante la costruzione con le modalità riportate al punto 68.2.15. del presente Capitolato.

(264) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente articolo al paragrafo 4.1.

(265) UNI EN 13670-1 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

## 70.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

### 70.2.1. Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

### 70.2.2. Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 68.2.16. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

### 70.2.3. Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.

### 70.2.4. Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà tendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosata a 600 kg di cemento, dello spessore di 1÷2 cm.

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

### 70.2.5. Vibrazione del conglomerato

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratori potranno essere interni (per vibratori a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro 40 ÷ 80 cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato (266).

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

### 70.2.6. Temperatura del conglomerato

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.

### 70.2.7. Getto nella stagione fredda

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseformi. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

(266) I vibratori ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori 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 sarà scesa sotto i 40 °C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 ÷ 5%. Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore (267).

Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 70.2.8. Getto nella stagione calda

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30 °C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

#### 70.2.9. Protezione e inumidimento - Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing, v. UNI 8656) date a spruzzo.

In ogni caso la stagionatura (268) non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab. 80.

TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDD			MEDIO			LENTO		
	a/c<0,5	Cem. 42,5 R		a/c 0,5+0,6 a/c<0,5	Cem. 42,5 R Cem. 32,5 R		altri casi		
Temperatura calcestruzzo > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

#### 70.2.10. Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

#### 70.2.11. Maturazione a vapore

Nel caso venisse autorizzata o prescritta la maturazione a vapore del conglomerato, dovranno essere rispettate le seguenti modalità:

- la temperatura del calcestruzzo durante le prime 3 h dall'impasto non dovrà superare 30 °C, né 40 °C dopo le prime 4 h;
- il gradiente di temperatura non dovrà superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media superare 60 °C;
- il calcestruzzo dovrà essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorrerà ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

### 70.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

#### 70.3.1. Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 R<sub>ck</sub> e comunque superiore a 5 N/mm<sup>2</sup>.

Si richiama peraltro l'art. 145 del c.d. nuovo T.U. Sicurezza Lavoro D.Leg.vo 9 aprile 2008, n. 81.

(267) Tra i provvedimenti da adottarsi deve comprendersi l'impiego di casseforme isolate termicamente.

(268) La durata della stagionatura è legata alla velocità con la quale si raggiunge una certa impermeabilità della zona superficiale (copriferro) del conglomerato. Essa è pertanto legata allo sviluppo della resistenza dello stesso (v. prospetto 12 della UNI EN 206-1).

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 70.2.9.; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

### 70.3.2. Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella:

Durante la stagione fredda il tempo per lo scassamento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archi e volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

### 70.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

In aggiunta a quanto prescritto al punto 68.2.12. del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini o in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le ulteriori seguenti prescrizioni:

- *La distanza minima dell'armatura dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferri maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).*
- *Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a C25/30, sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.*

### 70.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alle prescrizioni riportate al punto 48.1. del presente Capitolato.

#### 70.5.1. Regole specifiche

Per quanto riguarda la calibratura dell'armatura longitudinale e delle staffe, i limiti di dimensionamento specifico, la disposizione e diffusione delle staffe, l'armatura a taglio e torsione, i particolari per zona sismica, le strutture bidimensionali, ecc., si fa rinvio a quanto al riguardo prescritto al punto 5.1.6. delle superiori norme.

#### 70.5.2. Ancoraggio delle barre

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- *Sovrapposizione*, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra (269).
- *Saldatura*, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore (270).
- *Manicotto filettato o presso-estruso*, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

#### 70.5.3. Piegatura delle barre

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio inossidabile sono vietate le piegature a caldo.

#### 70.5.4. Copriferro e interferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 70.4. del presente Capitolato.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm (271). Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

#### 70.5.5. Armature nei pilastri

Le barre di armatura parallele all'asse dei pilastri dovranno avere diametro non inferiore a 12 mm. Nelle sezioni a spigolo vivo vi sarà la presenza di una barra per ogni spigolo; in quelle ad andamento continuo, tale presenza sarà ad interdistanze non superiori a 300 mm. Le armature trasversali (staffe) dovranno essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre longitudinali, con un massimo di 250 mm. Il diametro minimo delle staffe sarà di 6 mm e comunque non inferiore ad 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

(269) In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo dovrà essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra dovrà essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro nella sovrapposizione) non dovrà superare 6 volte il diametro.

(270) Dovranno essere accertate la saldabilità degli acciai impiegati come indicato al punto 2.2.6 delle norme, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo.

(271) Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

## Art. 71

## OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Per le opere in cemento armato precompresso dovranno essere rispettate le "Norme Tecniche" richiamate nel precedente art. 70, con particolare riferimento al paragrafo 5.1.8 delle stesse norme.

Per le malte di iniezione, oltre a richiamare quanto prescritto al punto 66.2.3., si precisa in particolare:

- la fluidità della malta dovrà essere misurata con il cono di Marsh (272) all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella di entrata;
- l'essudazione (273) non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- l'impastatrice dovrà essere ad alta velocità (4000 ÷ 5000 giri/min) con velocità tangenziale minima di 14 m/s.

## 71.1. CLASSE DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

Salvo diversa specifica, per le strutture in cemento armato precompresso non sarà ammesso l'impiego di conglomerato cementizio di classe inferiore a C25/30.

## 71.2. REGOLE D'ESECUZIONE

Per quanto riguarda lo spessore di ricoprimento dell'armatura, le testate di ancoraggio, la posa e messa in opera delle barre e dei cavi, le operazioni di tiro, la protezione dei cavi, le operazioni di iniezione, ecc. dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.1.8.3 delle superiori norme. In particolare si prescrive:

- le superfici esterne dei cavi postesi (sistema a cavi scorrevoli) dovranno distare dalla superficie del conglomerato cementizio non meno di 30 mm; in ambiente aggressivo, tale distanza non dovrà essere inferiore a 50 mm. Nel caso di armature pretese (sistema a cavi aderenti), nella testata i trefoli dovranno essere protetti da un ricoprimento di almeno 35 mm (274);
- le guaine dei cavi dovranno essere completamente stagne e le giunzioni assolutamente protette; la malta sarà sufficientemente fluida (con tempo misurato al cono di Marsh compreso tra 13 e 25 s);
- l'iniezione dovrà avvenire con continuità e senza interruzioni; la pompa dovrà avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m/min, senza che la pressione superi 1000 kPa (10 at circa). Non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- la malta che uscirà dagli sfiati dovrà essere analoga a quella della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati dovrà mantenersi una pressione di 500 kPa fintanto che la pressione permanga senza pompare per almeno 1 min;
- le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo i casi speciali;
- dopo periodi di gelo occorrerà assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o da brina, vietandosi in ogni caso il lavaggio a vapore; in periodi di gelo le operazioni di iniezione dovranno essere opportunamente concordate con la Direzione Lavori, che potrà anche sospenderle;
- se potrà aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisognerà riscaldare la struttura e mantenerla calda per almeno 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda sotto i 5 °C.

Gli ancoraggi e tutte le loro parti dovranno portare un marchio indelebile che ne comprovi la provenienza e la conformità ai disegni depositati presso il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP.

## Art. 72

## CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE - VARO

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sovra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato; si richiama peraltro quanto prescritto ai punti 69.2.6. e 69.2.7. del presente Capitolato.

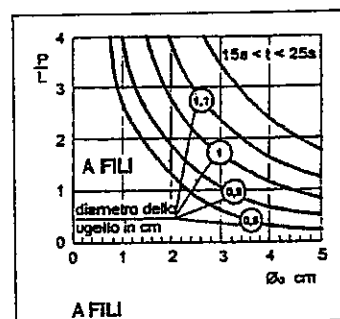
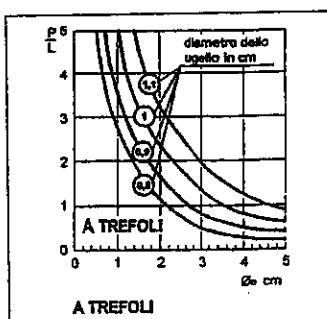
- (272) La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo dal cono di Marsh di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (2000 cm<sup>3</sup>/2); la fluidità della malta sarà ritenuta idonea per tempi compresi tra 15 e 25 sec. La scelta del diametro dell'ugello dal cono sarà fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili ed a trefoli. Per i simboli:

P = pressione dell'iniezione (g/cm<sup>2</sup>); L = lunghezza dalla guaina (cm);

$\varnothing_e = \sqrt{\varnothing_G^2 - n\varnothing_f^2}$  [diametro equivalente in funzione dalla guaina ( $\varnothing_G$ ), del diametro dai fili ( $\varnothing_f$ ) e del loro numero (n)].

- (273) Per la misura dell'essudazione verrà impiegata una provetta graduata cilindrica di 250 cm<sup>3</sup>,  $\varnothing$  6 cm, con 6 cm di malta. La misura si effettuerà 3 ore dopo il mescolamento con lettura diretta, o con pesatura prima o dopo lo svuotamento dall'acqua trasudata (con pipetta).

- (274) Il ricoprimento, che potrà anche essere costituito da equivalente materiale protettivo, dovrà essere accuratamente studiato e definito nella verifiche di fessurazione per le classi ambientali.



Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. La relativa applicazione sarà effettuata così come specificato al precedente punto 69.2.4.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

Si richiama peraltro l'art. 145 del c.d. nuovo T.U. Sicurezza Lavoro D.Leg.vo 9 aprile 2008, n. 81.

## Art. 73

### STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI

#### 73.0. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le strutture ed i manufatti (componenti) prefabbricati in conglomerato cementizio armato dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.1.10 e 11.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (275).

Per le strutture da realizzare in zona sismica, dovrà altresì osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64, nonché, per gli edifici in cemento armato, quanto riportato al paragrafo 5.7.9 delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 5.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, e s.m.i.

#### 73.1. MATERIALI E CONTROLLI

##### 73.1.1. Manufatti di produzione occasionale (276)

I manufatti o componenti di produzione occasionale dovranno essere realizzati in conformità al relativo progetto e nel rispetto delle regole che disciplinano l'esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato. Tale rispetto, per i componenti prodotti in stabilimento, sarà certificato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.

Il progettista delle strutture e il Direttore dei lavori saranno responsabili dell'utilizzazione e dell'organico inserimento dei manufatti nel contesto del progetto strutturale dell'opera.

##### 73.1.2. Prodotti prefabbricati in serie (277)

Gli elementi strutturali prefabbricati in serie, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (attestato di conformità CE) (278), saranno riferibili a due categorie di produzione: "Serie qualificata e dichiarata" e "Serie qualificata controllata".

Per serie "dichiarata" (279) si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento, dichiarata dal produttore conforme alle "Norme Tecniche" e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge n. 1086/71, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge n. 64/74. Per serie "controllata" (280) si intende la produzione in serie che, oltre a detti requisiti, sia eseguita con procedure che prevedano verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 delle norme.

Gli elementi prodotti in serie dovranno essere realizzati sotto la vigilanza di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che garantisca la rispondenza della produzione con la documentazione depositata ed il rispetto delle regole sull'esecuzione delle opere in cemento armato. Detto Direttore, unitamente al progettista, per le rispettive competenze, è responsabile della capacità portante e sicurezza del componente, anche nella fase di trasporto a piè d'opera.

##### 73.1.3. Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie dovrà essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa e indelebile in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e relativo stabilimento, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per i manufatti di peso superiore a 80 kN (8t) dovrà anche essere indicato, in modo visibile, il peso dell'elemento.

#### 73.2. REGOLE PRATICHE E COLLAUDO

I dispositivi di sollevamento e movimentazione dei manufatti dovranno essere esplicitamente previsti dal progetto e adeguatamente realizzati in rapporto agli sforzi da sostenere; lo stesso dicasi per gli apparecchi di appoggio, ove previsti, ed i vincoli, provvisori o definitivi che siano. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata all'attrito; l'appoggio dovrà consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalla normativa sismica.

Per quanto riguarda la realizzazione delle unioni, le tolleranze, i controlli ed i collaudi si rinvia ai punti 5.1.1.0.6.1, 5.1.1.0.6.2 e 5.1.1.0.7 delle "Norme Tecniche".

(275) Valido fino al 30 giugno 2009 ed oggi affiancato dal D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e tratta la materia di cui al presente articolo al paragrafo 4.1.

(276) Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a piè d'opera o anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati ex novo di volta in volta.

(277) Per manufatti od elementi prefabbricati in serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.

(278) I cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale della Unione Europea.

(279) Rientrano in "serie dichiarata" i prodotti che appartengono ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefinitivi in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

(280) Sono prodotti in "serie controllata" i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente  $F_{ck} > N/mm^2$ .

## 73.3. COMPONENTI STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO ALLEGGERITO

Per i materiali in argomento si richiama la norma:

UNI EN 1520 - Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta.

## Art. 74

## SOLETTE E SOLAI IN CEMENTO ARMATO

Nell'esecuzione dei solai in argomento dovranno essere rispettate le norme di cui al paragrafo 5.1.9 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con il D.M. 14 settembre 2005 (281); dovranno essere altresì rispettate le norme e le prescrizioni di cui agli artt. 68 e 70 del presente Capitolato.

Nelle zone classificate sismiche, dovranno in particolare essere rispettate le prescrizioni di cui al paragrafo 5.7 delle superiori "Norme Tecniche" nonché le "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica" emanate con Ord. P.C.m. 20 marzo 2003, n. 3274, e s.m.i. Infine, ove fosse previsto l'impiego di manufatti prefabbricati prodotti in stabilimento (travetti, pannelli, ecc.), dovrà osservarsi quanto prescritto al precedente art. 73.

## Art. 75

## OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI

## 75.0. GENERALITÀ

## 75.0.1. Accettazione dei materiali

Tutti i materiali in acciaio o in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme di cui agli artt. 46 e 47 del presente Capitolato, alle prescrizioni di Elenco od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori.

L'appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza.

## 75.0.2. Modalità di lavorazione

Avvenuta la provvisoria accettazione dei materiali, potrà venire iniziata la lavorazione; dovrà comunque esserne comunicata la data di inizio affinché la Direzione, a norma di quanto stabilito al punto 27.27. del presente Capitolato, possa disporre i controlli che riterrà necessari od opportuni.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite. Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessivi concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia o anche ad ossigeno o a laser purché regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piattate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma.

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

## 75.0.3. Modalità esecutive delle unioni

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture o i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto, richiamandosi, per bulloni e chiodi, le disposizioni di cui al punto 11.2.4.8.4 delle norme tecniche e, per le saldature, il punto 11.2.4.5 delle stesse norme. In particolare:

- a) - *Unioni chiodate.* Saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodare, previamente ripuliti. I chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice o elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori; a fine ribaditura dovranno ancora essere di color rosso scuro.
- b) - *Unione con bulloni normali e ad attrito.* Saranno eseguite mediante bullonatura, previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbatura a metallo bianco, secondo i casi. Nelle unioni si dovrà sempre far uso di rosette. Nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche. Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%. Per le bullonature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le disposizioni di cui ai punti 5.2.8.6 e 5.2.8.7 delle "Norme Tecniche" di cui al successivo punto 75.1.
- c) - *Unioni saldate.* Potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti previamente approvati dalla Direzione Lavori. In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base.

La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni,



ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità. Per le saldature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.2.8.8 delle "Norme Tecniche". Per l'entità ed il tipo dei controlli si farà riferimento al Cap. 11 delle stesse.

Sia in officina, che in cantiere, la saldatura dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063; potrà essere ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo (282). Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883. Nella esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere eseguite le prescrizioni della EN 1011, punti 1 e 2, per gli acciai ferritici e della parte 3 per quelli inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà di norma la EN 29692.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base. Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve o vento, salvo l'uso di speciali precauzioni; saranno inoltre sospesi qualora la temperatura ambiente dovesse scendere sotto  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Per le modalità di esecuzione dei controlli (distruttivi o non distruttivi) ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alla EN 12062. Gli operatori che seguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo EN 473, almeno di secondo livello.

d) - *Unioni per contatto*: Per tali tipi di unione si rinvia alle disposizioni particolari di cui al punto 5.2.8.9 delle "Norme Tecniche". Le superfici di contatto dovranno essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

e) - *Apparecchi di appoggio, cavi, barre e funi*: per tali elementi si rinvia ai punti 5.2.8.11 e 5.2.8.12 delle stesse norme tecniche.

#### 75.0.4. Montaggio di prova

Per strutture o manufatti particolarmente complessi ed in ogni caso se disposto dalla Direzione Lavori, dovrà essere eseguito il montaggio provvisorio in officina; tale montaggio potrà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

#### 75.0.5. Pesatura dei manufatti

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra Direzione Lavori ed Appaltatore.

#### 75.0.6. Controllo del tipo e della quantità delle opere - Verifica delle strutture murarie

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata.

Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori per i necessari provvedimenti di competenza; in difetto, o qualora anche dall'insufficienza o dall'omissione di tali controlli dovessero nascere inconvenienti di qualunque genere, l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminarli a propria cura e spese, restando peraltro obbligato al risarcimento di eventuali danni.

#### 75.0.7. Collocamento e montaggio in opera - Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare o eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni e i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili; mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti o imperfezioni di sorta.

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benestare della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, solleva-

(282) A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa a testa.

menti, ecc.), ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie (283), le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

#### 75.0.8. Verniciatura e zincatura

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo. L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Di norma, nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni (284); saranno esclusi solo i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.

#### 75.1. COSTRUZIONI IN ACCIAIO

Le strutture ed i componenti strutturali in acciaio o altri metalli dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.2 e 5.5 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato. Del pari, per le strutture da realizzarsi in zona sismica dovrà osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge n. 64/74 nonché, per gli edifici con struttura in acciaio, quanto riportato al paragrafo 5.7.10 delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 6 delle "Norme Tecniche" approvate con Ord. P.C.M. n. 3274/03 e s.m.i.

##### 75.1.1. Regole pratiche particolari

Per la realizzazione di elementi strutturali è vietato l'uso di profilati con spessore "t" minore di 4 mm. Potrà derogarsi fino a 3 mm per elementi sicuramente protetti contro la corrosione. È vietato inoltre, in uno stesso giunto, l'impiego di differenti metodi di collegamento (es. saldatura e bullonatura o chiodatura) a meno che ad uno solo di essi sia imputato l'intero sforzo.

Nelle basi delle colonne, i bulloni di ancoraggio dovranno essere collocati a conveniente distanza dalle superfici di delimitazione laterale della fondazione. La lunghezza degli ancoraggi sarà quella prescritta dal progetto e comunque non dovrà essere inferiore al minimo prescritto dalle norme sui conglomerati cementizi armati (quando non si faccia uso di traverse di ancoraggio).

Negli appoggi scorrevoli, di regola non saranno impiegati più di due rulli; in questi casi dovrà sovrapporsi ad essi un bilanciere che assicuri l'equa ripartizione del carico. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto dovranno essere lavorate con macchina utensile automatica di alta precisione. Per gli appoggi strutturali dovrà farsi riferimento alle norme della serie UNI EN 1337; in particolare, per gli appoggi elastomerici, alla norma UNI EN 1337-3.

Tutti i materiali debbono essere identificabili mediante apposito contrassegno o marchiatura, specie per quanto riguarda il tipo di acciaio impiegato.

#### 75.2. ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO (285)

Dovranno essere realizzati, oltre che nel rispetto delle norme relative ai due tipi di materiali, anche con l'osservanza delle particolari disposizioni contenute nel paragrafo 5.6.1 delle superiori "Norme Tecniche".

#### 75.3. COSTRUZIONI CON ELEMENTI IN METALLI DIVERSI

Le costruzioni composte da elementi strutturali diversi dall'acciaio dovranno essere progettate, eseguite e montate secondo le indicazioni di ordine generale relative all'acciaio. Le strutture dovranno presentare un grado di sicurezza correlato alla tipologia dei materiali e delle relative tecnologie e comunque non inferiore a quello richiesto per le costruzioni in acciaio.

In ogni caso questi materiali (alluminio, rame od acciai speciali) non potranno essere utilizzati con funzione strutturale se non preliminarmente certificati ed accettati con le stesse procedure dei materiali normali e secondo quanto prescritto al paragrafo 5.5 delle superiori "Norme Tecniche". Si richiama peraltro, per quanto non in contrasto con le stesse norme tecniche, la specifica norma:

UNI 8634 - Strutture di leghe di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.

#### 75.4. MANUFATTI DIVERSI

##### 75.4.1. Apparecchi di appoggio (286)

Fino alla luce di 10,00 m gli impalcati potranno essere appoggiati direttamente sulle strutture di sostegno, di

(283) Qualora l'appalto fosse scorporato, tale onere potrà essere limitato all'assistenza per tali operazioni che, nel caso, competeranno all'Appaltatore delle opere murarie.

(284) In tutte le parti interne dei manufatti o strutture metalliche in cui possano raccogliersi acque di infiltrazione o di condensa, dovranno sempre essere predisposti opportuni fori o intagli, senza alcun pregiudizio per le caratteristiche di resistenza, per il necessario scolo di tali acque.

(285) Per elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo si intendono di norma le strutture costituite da travi o elementi diversi di acciaio su cui viene solidarizzata, con idonei dispositivi (chiodi Nelson, ecc.) atti a resistere ad azioni di scorrimento, una soletta di calcestruzzo armato, normale o precompresso, in modo che il sistema composto, che così ne risulta, funzioni come un unico elemento resistente.

(286) Per le norme di accettazione, v. il punto 58.4. del presente Capitolato.

norma in cemento armato, spalle o pile che siano; in questo caso l'appoggio avverrà mediante l'interposizione di alcuni fogli di cartongesso bitumato o meglio di supporto bitumato a base imputrescibile. Per luci superiori gli appoggi delle travi dovranno essere realizzati con appositi apparecchi che potranno essere: lastre di piombo per luci fino a 15,00 m; lastre di neoprene (eventualmente armate) per luci fino a 30,00 m; pendolari in cemento armato od in acciaio per luci superiori a 30,00 m.

Gli apparecchi di appoggio in piombo saranno costituiti di due lastre dello spessore di 1 cm di lega di piombo-antimonio all'1%, con interposti due lamierini d'acciaio (con facce interne profilate) per gli appoggi mobili ed un lamierino per gli appoggi fissi. Saranno poste in opera previa interposizione, tra le stesse e le strutture in c.a., di idonei supporti bitumati (cartongessi o altri equivalenti).

Gli apparecchi al neoprene avranno uno spessore complessivo pari al doppio delle massime elongazioni previste nelle strutture, ivi compreso ritiro, coazioni, temperatura, ecc. Nella posa in opera accanto ad essi verranno lasciati opportuni vani tra pulvino di appoggio e traverso d'impalcato, di spessore non inferiore a 5 cm (e dimensioni orizzontali non minori di 30 x 30 cm), onde consentire l'inserimento di martinetti piatti per la eventuale sostituzione degli apparecchi.

Gli apparecchi a cerniere, fisse e mobili in acciaio saranno applicati di norma soltanto agli impalcati in acciaio, salvo diverse previsioni progettuali o prescrizioni della Direzione Lavori. Fra le piastre costituenti gli apparecchi di tipo fisso verrà interposta una lastra di piombo, di spessore adeguato alle condizioni di vincolo da realizzare. Gli apparecchi dovranno essere protetti con doppia mano di pittura anticorrosiva, nel tipo previsto, e di doppia mano di finitura.

Prima della posa in opera degli apparecchi di appoggio l'Appaltatore dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento, alla livellazione dei piani di appoggio e, occorrendo, alla rettifica degli stessi con malta di cemento additivata con resina epossidica. Procederà successivamente al posizionamento degli apparecchi ed al loro collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto ovvero, nel caso di apparecchi brevettati, secondo le particolari prescrizioni che la Ditta costruttrice sarà tenuta a fornire. In questa fase ciascun apparecchio dovrà sempre essere prerogato secondo prescrizione. Dovrà inoltre essere verificato il rispetto delle tolleranze previste in progetto; in difetto l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla rettifica delle superfici di appoggio delle travi.

Tutti gli apparecchi d'appoggio dovranno essere collocati in opera in modo da renderne agevole l'ispezione, la pulizia e la eventuale sostituzione. Le superfici di scivolamento (PTFT ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione; si dovranno pertanto prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone efficace fino a -35 °C.

#### 75.4.2. Giunti di dilatazione

Dispositivi atti ad assicurare la continuità e l'impermeabilità delle strutture in corrispondenza delle interruzioni strutturali connesse ai movimenti di dilatazione e contrazione, potranno essere realizzati con elementi di tipo metallico, in cemento armato, in materiali sintetici o di tipo misto, conformemente alle indicazioni di progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori. L'Appaltatore sarà tenuto comunque a presentare, unitamente al progetto esecutivo dell'opera d'arte, anche il progetto esecutivo dei giunti di dilatazione che dovrà comprendere:

- il calcolo delle deformazioni previste per la struttura, esposte separatamente in rapporto ai diversi tipi di azioni (viscosità, ritiro, temperatura, ecc.);
- la determinazione delle caratteristiche di mobilità necessarie per il giunto, in funzione dei dati di cui in precedenza e di un congruo franco di sicurezza che dovrà essere espressamente indicato;
- la verifica statica delle diverse parti componenti il giunto, con particolare riferimento ai dispositivi di ancoraggio;
- le norme per la prerogazione da imprimere al momento della posa in opera, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (per le strutture in c.a.).

#### 75.4.3. Barriere di sicurezza e parapetti metallici

Avranno le caratteristiche di cui al punto 46.4.4. del presente Capitolato e verranno installate le prime lungo i tratti saltuari delle banchine nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade ed i secondi in corrispondenza dei cigli dei manufatti; entrambi secondo le particolari disposizioni che impartirà la Direzione Lavori, con particolare riferimento alla classifica di cui alla Tab. 32 del presente Capitolato ed all'indirizzo fornito dalla presente Tab. 82.

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale, pure metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori ad anima rinforzata. Le fasce dovranno essere fissate in modo che l'altezza del loro asse risulti a non meno di 55 ÷ 70 cm dal piano della pavimentazione finita (la misura superiore riferendosi a strade con prevalenza di traffico pesante) e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 22,5 cm dalla faccia del sostegno lato strada (288).

TAB. 82 - Barriere di sicurezza. Classi e destinazione in rapporto al tipo di strada e di traffico (287)

TIPO DI STRADE	Tipo di traffico	barriera spartitraffico a (1)	barriere bordo laterale b	barriere bordoponte c (2)
Autostrada (A) e strada extraurbane principali (B)	I II III	H2 H3 H3-H4	H1 H2 H2-H3	H2 H3 H3-H4
Strada extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I II III	H1 H2 H2	N2 H1 H2	H2 H2 H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I II III	N2 H1 H1	N1 N2 H1	H2 H2 H2

(1) Ove esistente.  
(2) Valido per opere d'arte (ponti, viadotti, muri e simili) con lunghezza superiore ai 10 metri; tutte le altre sono equiparate al bordo laterale normale (tipo b).

(287) **Traffico Tipo I:** Traffico Giornaliero Medio annuale (TGM) nei due sensi minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci, o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg  $\leq$  5% del totale.

**Traffico Tipo II:** TGM maggiore di 1000 e presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg compresa tra 5 e 15 % sul totale.

**Traffico Tipo III:** TGM maggiore di 1000 e presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg maggiore del 15 %.

(288) La prescrizione si riferisce a barriere con livello di contenimento normale o superiore (classe H). Nei tipi con minori prestazioni, come ad esempio le barriere di classe N1 ed N2, l'elemento distanziatore potrà non essere presente.

I sostegni dovranno essere infissi nel terreno con battipali, a distanza reciproca non superiore a ..... m. Distanze diverse potranno comunque essere ammesse in rapporto alla classe di omologazione richiesta ed alle caratteristiche di omologazione fornite dal produttore.

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide o profonde, altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare barriere di classe non inferiore ad H2.

Nel caso di barriere ricadenti su opere d'arte i sostegni saranno alloggiati, per la occorrente profondità, in fori predisposti o da predisporre sulle opere d'arte e fissati con malta cementizia additivata con resine o con malta di resine epossidiche. Più propriamente, ed allo scopo di garantire la facile sostituibilità, i sostegni saranno fissati a mezzo di piastre di base saldate agli stessi e tirafondi annegati nella struttura o fissati con malte epossidiche; il tutto comunque come da caratteristiche di omologazione. In casi speciali, quali zone rocciose o altro, su richiesta dell'Appaltatore e con l'approvazione della Direzione Lavori, i sostegni potranno essere ancorati nel terreno a mezzo di basamento in conglomerato cementizio o di cordolo armato, il tutto comunque nel rispetto delle condizioni di omologazione della barriera da installare.

Le giunzioni dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni e dovranno essere ottenute con la sovrapposizione di due nastri per non meno di 25 cm. Le stesse giunzioni saranno effettuate in modo da presentare i risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli, per motivi di sicurezza. I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni dovranno consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di  $\pm 2$  cm ed orizzontale di  $\pm 1$  cm.

Ogni tratto di barriera sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati (salvo che non sia prescritto l'ammarraggio nel terreno), in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, di area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, con superfici pressoché normali all'asse stradale.

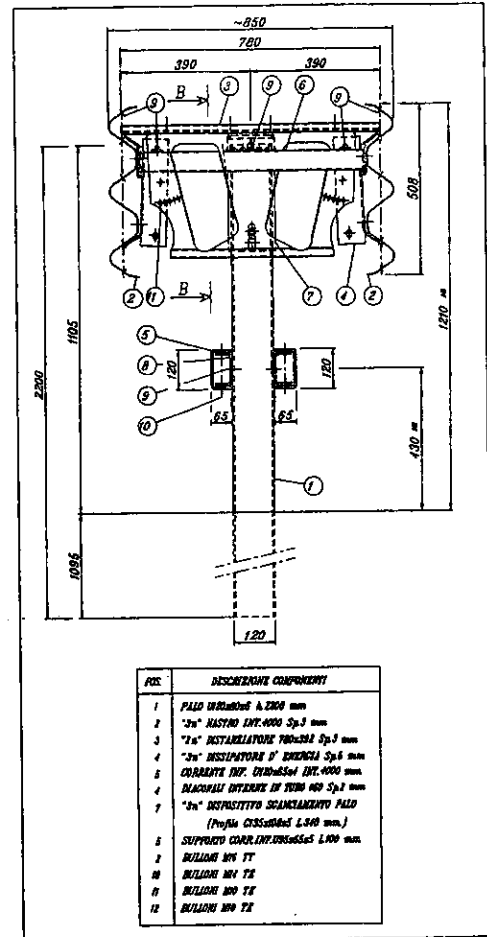


FIG. 18 - Barriera di sicurezza spartitraffico Classe H4. Sezione indicativa

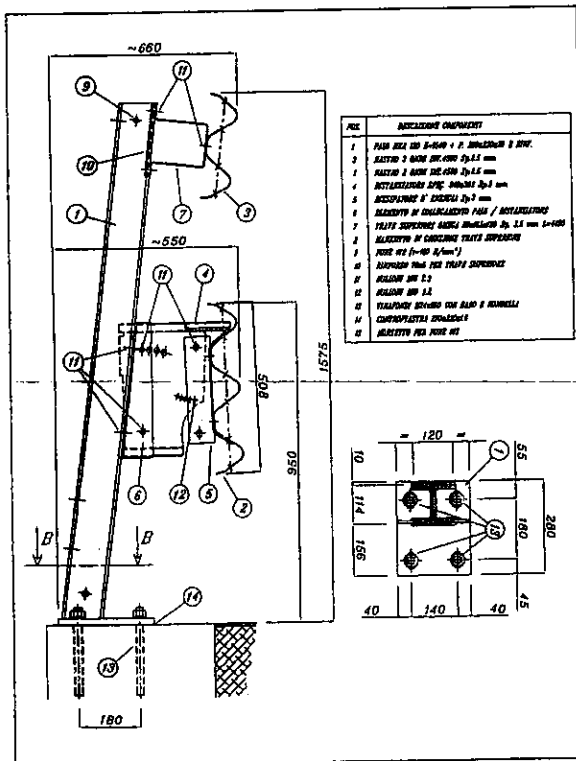


FIG. 19 - Barriera di sicurezza bordo ponte Classe H4. Sezione indicativa

Art. 76

OPERE MURARIE PARTICOLARI

76.1. MURATURE PER FONDAZIONI SPECIALI

76.1.1. Fondazioni a pozzo

Qualora per particolari esigenze fosse necessario il raggiungimento di strati consistenti a notevole profondità, per la fondazione dei manufatti o di opere a difesa della sede stradale, attraverso terreni in frana o comunque di scarsa stabilità o portanza, potrà essere richiesto l'impiego di pozzi, a pianta circolare o ellittica o anche poligonale, eseguiti per sottomurazione o mediante opportuni pre-rivestimenti (289).

Lo scavo in pozzo a cielo aperto verrà realizzato a tratti, per profondità variabili da 50 a 200 cm. Eseguito il primo tratto di scavo, del diametro ordinato, a partire dal piano di campagna o di sbarco verrà costruito contro le pareti dello scavo, appiombate, un anello di conglomerato cementizio semplice o armato, di spessore prescritto. Lo scavo verrà quindi proseguito verso il basso per un altro tratto, per la stessa profondità, quindi verrà costruito il secondo anello, per sottomurazione e per lo stesso spessore. Ciò fino alla profondità desiderata.

Effettuato lo scavo e raggiunto il piano di posa delle fondazioni, la costruzione degli anelli verrà arrestata ad una quota superiore di 0,50 ÷ 1,50 m da detto piano e lo scavo verrà scampanato (290), ove occorra anche a campioni. Si raggiungerà così tutto in giro una sporgenza di 50 cm rispet-

(289) L'esecuzione di pozzi effettuata con l'adozione di priverestimenti, siano questi realizzati con paratie di pali trivellati, di diaframmi, di micropali, di jet-grouting o con metodi similari, se non prevista in progetto, dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

(290) Questo ove richiesta la scampanatura.

to alla superficie contro terra del pozzo ed in tale tratto scampanato non verranno eseguiti anelli in muratura.

#### 76.1.2. Fondazioni con cassoni ad aria compressa

Raggiunto l'affondamento prescritto, verrà spianato il fondo dello scavo e quindi avrà inizio il riempimento della camera di lavoro che verrà realizzato con conglomerato cementizio a basso rapporto acqua-cemento. Il getto sarà effettuato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm e sarà vibrato con cura fino a riempire tutti i vuoti, in particolare contro le pareti. Le calate saranno riempite anch'esse in conglomerato.

La pressione dell'aria all'interno del cassone, durante il riempimento, sarà tenuta ad un livello tale da impedire che l'acqua penetri nel conglomerato. La Direzione si riserva di prescrivere cautele e provvedimenti a suo giudizio necessari per assicurare l'incassatura del conglomerato contro il soffitto della camera di lavoro, nonché ogni opera che eviti cedimenti del soffitto stesso e garantisca che non rimangano vani nel masso di fondazione.

Qualora dovessero costruirsi più cassoni affiancati, l'Appaltatore adotterà ogni accorgimento perché le pareti affacciate vengano realizzate in perfetta aderenza, eventualmente anche a mezzo di iniezioni di cemento. L'Appaltatore provvederà infine a tutto quanto necessario perché il personale di direzione possa accedere in ogni tempo alla camera di lavoro.

#### 76.2. RIVESTIMENTI E MURATURE IN SOTTERRANEO

Le norme generali di cui agli articoli precedenti, per le murature ed i conglomerati ordinari o armati, valgono anche per le murature ed i getti in galleria, con l'aggiunta delle prescrizioni che seguono.

L'Appaltatore non potrà eseguire alcuna muratura, né effettuare alcun getto, prima che la Direzione Lavori abbia effettuato i controlli e le verifiche necessarie. La stessa Direzione si riserva peraltro di decidere, tempestivamente, quali tratti dovranno essere rivestiti integralmente, oppure parzialmente, ovvero lasciati a nudo (pur se nei tipi di Progetto la costruzione figura completa di rivestimento), precisando tipi e spessori del rivestimento nonché, nel caso di getti, la classe o le classi del conglomerato.

La Direzione Lavori ordinerà in tempo utile la realizzazione di fori, canalette, nicchie, tracce per future iniezioni, scoli di acqua, aerazioni e l'installazione di cavi, tubazioni, ancoraggi, apparecchi, ecc., precisando nel contempo ubicazione e caratteristiche di dette opere per le opportune predisposizioni. In tal caso il relativo onere dovrà intendersi compensato nei prezzi delle murature e dei getti di rivestimento.

Nei getti dei conglomerati dovrà essere curata con scrupolo la ripresa dei getti precedenti; in ogni caso la superficie interna dei getti di rivestimento dovrà risultare perfettamente regolare, senza risalti, gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature, ecc., tale comunque da non richiedere intonaco né spianamenti, abbozzi o rinzaffi.

Per i getti da eseguire in presenza di acqua, l'Appaltatore dovrà adottare, a proprie spese, gli accorgimenti adeguati per captare le acque e drenarle, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi e delle malte oppure il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti, durante la presa.

Le serraglie in chiave e le incassature fra i piedritti e le calotte saranno realizzate con cura scrupolosa e costante affinché la muratura, oppure il conglomerato, colmino l'intera sezione. La Direzione si riserva di ordinare che tali serraglie vengano realizzate in muratura di mattoni forti.

##### 76.2.1. Rivestimento in calcestruzzo spruzzato (sprit-beton)

Sarà costituito da calcestruzzo proiettato in posto ad alta velocità con apposita macchina spruzzatrice ed auto-compattato per effetto inerziale.

Lo spritz-beton potrà essere ottenuto mediante pompaggio di miscela umida o a secco con proiezione di aria. La tipologia e la miscela da impiegarsi saranno prescritte in elenco; di norma quest'ultima conterrà circa il 20% di materiali cementizi, il 15 ÷ 20% di aggregato grosso ed il 60 ÷ 50% di sabbia sul peso totale degli aggregati. La curva granulometrica avrà un andamento continuo.

Lo spritz-beton sarà di tipo fine (0 + 4 mm) per applicazioni in volta, medio per applicazione sulle pareti, grossolano per applicazioni in orizzontale; il contenuto di cemento sarà di 450 ÷ 600 kg/m<sup>3</sup> nel primo caso e potrà scendere fino a 300 ÷ 350 nell'ultimo.

Nella posa per via secca l'impasto sarà preparato senza aggiunta di acqua; questa sarà caricata al termine della tubazione di lancio dove la miscela secca poverà sotto la spinta di aria compressa. Nella posa per via umida la miscela, che potrà contenere anche fibre di rinforzo, sarà proiettata a mezzo lancia, sotto l'azione di aria compressa. La Direzione Lavori valuterà, in rapporto alle condizioni di posa, l'impiego o meno di additivi per la maturazione.

Nel caso fosse prevista la posa in opera di guaine impermeabili, lo strato di prerinvestimento in spritz-beton dovrà essere regolarizzato e conguagliato in superficie.

##### 76.2.2. Arco rovescio

Potrà essere gettato entro 1, 5 o 3 diametri dal fronte di scavo, se prescritto, in funzione di precontenimento o contenimento. Ove gettato per primo, sarà subito seguito dal getto delle murette per fornire il necessario contrasto al rivestimento di 1<sup>a</sup> fase (291).

Il tipo e lo spessore dell'arco saranno stabiliti in sede di progetto in funzione della sezione tipo adottata. Il getto sarà eseguito su rocce in posto; eventuali sovrascavi dovranno essere riempiti e risagomati con conglomerato cementizio magro.

(291) Occorrendo, potrà essere prescritto, terminato lo scavo dell'arco rovescio, di mettere in opera puntoni di contrasto di curvatura pari a quelli di estradosso collegati alle centine, in modo da chiudere subito il rivestimento di 1<sup>a</sup> fase, prima ancora della presa del calcestruzzo.

### 76.2.3. Rivestimento di 2ª fase in conglomerato

Sarà costituito da un getto di conglomerato cementizio, semplice od armato, dato in apposite casseforme secondo le sagome di progetto. In ogni caso il calcestruzzo utilizzato dovrà essere di classe non inferiore a C20/25 N/mm<sup>2</sup>.

La Direzione Lavori, in rapporto ai controlli ed alle verifiche effettuate, avrà la facoltà di variare sia i tipi che gli spessori dei rivestimenti.

### 76.3. COSTRUZIONE DEI VOLTI

I volti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature ed in modo che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnato agli archi salvo a tener conto, nel sesto delle centine, della maggiorazione compensativa del presumibile abbassamento dopo il disarmo. L'Appaltatore avrà facoltà di adottare nella formazione di dette armature il sistema che crederà più opportuno purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza; in ogni caso ne rimane completamente responsabile.

Per la realizzazione dei volti, i conci di pietra ed i mattoni saranno collocati con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione, gradatamente e di conserva, dai due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine in chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tale scopo lo stesso materiale. Gli eventuali coronamenti esterni presenteranno addentellati corrispondenti ai filari della muratura interna.

Per le connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura. Per i volti con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 12 mm all'estradosso.

Per i volti in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto in conci di limitata larghezza, ma dell'intera lunghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso. Nei volti obliqui i conci saranno costruiti a dente di sega. In tutti i casi il conglomerato dovrà essere gettato in appositi casseri disposti simmetricamente rispetto al concio in chiave e dovrà essere gettato e vibrato senza interruzione e ripresa di sorta, fino a che lo stesso concio sia completamente ultimato.

Il conglomerato da impiegare per la costruzione dei volti sarà di classe C16/20 o di classe C20/25 secondo prescrizione. L'Appaltatore non potrà procedere al disarmo senza la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori. Il riempimento sui volti ed i loro rinfianchi sarà eseguito esclusivamente in pietrame o in materiale granulare arido.

## Art. 77

### CAPPE SUI VOLTI E IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE

#### 77.0. GENERALITÀ

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. Il piano di posa delle opere murarie dovrà essere ben livellato ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni.

I materiali da impiegare nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui all'art. 54 del presente Capitolato. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale).

Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide (292) in particolare. Tale protezione dovrà possedere tra l'altro i seguenti requisiti:

- essere inattaccabile dalle soluzioni saline normalmente impiegate;
- possedere una aderenza al manufatto (se impiegata direttamente sotto pavimentazione) non inferiore a quella dei conglomerati bituminosi;
- offrire ai superiori strati di pavimentazione un'aderenza non inferiore a quella che gli stessi avrebbero in assenza di protezione;
- avere caratteristiche di plasticità e/o di elasticità tali da assorbire senza danni (fino a -15 °C) le compressioni e le vibrazioni indotte dal traffico;
- avere sufficiente consistenza da sopportare, senza danni, le successive operazioni di cantiere ed in particolare la stessa ed il successivo rullaggio del conglomerato bituminoso a caldo (circa 140 °C).

#### 77.1. CAPPE

##### 77.1.1. Cappe in cemento

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti sarà costituito con un impasto formato da una parte di malta cementizia a 500 kg di cemento (tipo 11 - Tab. 67) e da due parti di pietrischetto e graniglia 10/15 e 5/10. Lo smalto sarà posto in opera su superficie ben pulita e lavata e verrà disteso quando la stessa fosse ancora umida.

Raggiunta sufficiente consistenza lo smalto verrà estradossato con fine malta cementizia, opportunamente protetta in fase di essiccamento. A lavoro ultimato, lo spessore totale della cappa dovrà risultare non inferiore a 5 cm.

(292) Soluzioni che dette acque formano con i cloruri normalmente impiegati come antigelo nella stagione invernale.

### 77.1.2. Cappe in asfalto naturale

La cappa asfaltica per impermeabilizzazione di qualsiasi superficie avrà di norma uno spessore non inferiore ad 8 mm e sarà applicata su apposito massetto di sottofondo, costituito come in precedenza o, nel caso di strutture in conglomerato cementizio, direttamente sulla superficie da trattare, opportunamente regolarizzata, asciutta e depolverata o, se prescritto, intonacata con malta cementizia. Ove le strutture da trattare fossero in metallo o in conglomerato cementizio, sarà conveniente interporre tra il manto e la superficie uno o più strati di cartongelso bitumato (o velo di vetro), ancorato con bitume liquido o emulsione bituminosa basica.

La malta asfaltica per l'impermeabilizzazione sarà ottenuta dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice di rocce asfaltiche di cui al punto 54.2.2. del presente Capitolato (93 ÷ 94% in massa) o di polvere di roccia asfaltica di cui al punto 2 della UNI 4377 con bitume, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in solfuro di carbonio compreso tra il 18 ed il 25%. Per l'applicazione la malta dovrà comunque presentare i requisiti prescritti al punto 2 della norma UNI 5660.

L'applicazione della malta sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte e depolverate, la cui pendenza, fatta eccezione per i raccordi, non dovrà risultare superiore al valore dell'8%. La malta, previamente scaldata a temperatura non superiore a 180 °C ed energicamente mescolata, sarà applicata a temperatura compresa tra 140 ÷ 150 °C, facendo in modo che vengano evitate occlusioni d'aria o di vapori in genere. La malta sarà distesa a strisce parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio di opportune guide metalliche; sarà quindi compressa e spianata con spatole di legno. Particolare cura dovrà essere posta nelle giunture dei pannelli onde realizzare, con l'impiego di malta a più alta temperatura, la perfetta saldatura tra gli stessi.

A protezione ed integrazione della cappa asfaltica sopra descritta, potrà essere steso un successivo strato composto dal 60 ÷ 45% di mastice d'asfalto, dal 35 ÷ 45% di sabbia e graniglia e dal 5 ÷ 10% di bitume. Si avrà cura che in questo caso la stesa del materiale avvenga in senso normale a quello seguito per il primo strato.

## 77.2. IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE

### 77.2.0. Generalità

Le impermeabilizzazioni in argomento saranno costituite da stratificazioni alternate di spalmature bituminose e strati di supporto bitumati per le quali, risultando la casistica tecnologica alquanto vasta in rapporto sia alla varietà dei materiali, sia alle diverse condizioni di applicazione, verranno date di seguito delle prescrizioni di carattere generale, con riferimento a minimi, rimandando per i particolari agli esecutivi di progetto ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

### 77.2.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali da impiegare nella esecuzione delle presenti impermeabilizzazioni saranno in linea generale costituiti da bitumi puri da spalmatura UNI 4157 (o preferibilmente da mastici bituminosi) e da cartongelso (cilindrici o ricoperti) o meglio da supporti in fibre di vetro (o di poliestere o combinati) impregnati di bitume o impregnati e ricoperti da miscele bituminose.

Per le caratteristiche si rimanda ai punti 54.1.1., 54.4.1. e 54.4.2. del presente Capitolato con l'avvertenza che il bitume tipo 0 potrà essere impiegato su superfici con pendenza non superiore al 3% ed il tipo 15 su superfici con pendenza fino all'8%.

### 77.2.2. Massa base di bitume (M.B.B.)

Nella esecuzione dei manti stratificati per impermeabilizzazione è prescritta una *massa base di bitume (M.B.B.)* minima di 3,5 kg/m<sup>2</sup> intendendo per M.B.B. la massa complessiva di bitume solubile in tetracloruro di carbonio contenuta nell'unità di superficie del manto impermeabile completo; dal computo verranno esclusi:

- l'eventuale applicazione di impregnazione del piano di posa a mezzo di soluzione bituminosa;
- la prima spalmatura di materiale bituminoso effettuata direttamente sul piano di posa, nel limite del 50% in massa.

### 77.2.3. Numero complessivo degli strati

Nell'impermeabilizzazione è prescritto un numero complessivo tra strati di supporto e spalmature bituminose complete, eseguite alternativamente, non inferiori a 5; nel computo non verranno considerati gli strati precedentemente elencati al punto 77.2.2. fatta eccezione per la prima spalmatura.

### 77.2.4. Modalità esecutive degli strati

Nella forma più generale di esecuzione la realizzazione di un manto bituminoso stratificato sarà effettuata con le modalità di seguito descritte:

- a) - Spalmatura a freddo di una soluzione di bitumi ossidati (con le avvertenze di cui al punto 77.2.1.) in solventi a rapida essiccazione. L'impregnazione sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte o depolverate, con l'impiego di soluzione in quantità non inferiore a 0,4 kg/m<sup>2</sup>.
- b) - Prima spalmatura bituminosa a caldo (180 ÷ 200 °C) di bitume ossidato o di mastice bituminoso. La quantità da impiegare sarà compresa tra 1,5 ÷ 2 kg/m<sup>2</sup> in rapporto alle caratteristiche della superficie di base.
- c) - Prima applicazione di supporto bitumato (cartongelso, fibre di vetro, ecc., di massa areica prescritta) sulla spalmatura di bitume, con sovrapposizione dei lembi non inferiore a 8 cm ed incollaggio degli stessi con bitume a caldo o con fiamma secondo i tipi.
- d) - Seconda spalmatura bituminosa a caldo di massa non inferiore a 1,0 kg/m<sup>2</sup> (spalmatura intermedia tipo).
- e) - Ripetizione delle operazioni di cui alle lettere c) e d) per le volte necessarie a realizzare il numero di strati prescritti, sfalsando o incrociando gli strati di supporto.
- f) - Spalmatura terminale bituminosa in quantità non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

## 77.3. IMPERMEABILIZZAZIONI CON MEMBRANE BITUMINOSE

### 77.3.0. Generalità

La posa delle membrane sarà effettuata in condizioni atmosferiche favorevoli su superficie liscia, asciutta, depolverata e priva di asperità.

La posa dei teli delle membrane potrà avvenire in senso ortogonale alla pendenza, partendo dal punto più basso, o in senso parallelo, partendo dal punto più alto, secondo prescrizione; nel caso di supporto piano, partendo dai bocchettone di scarico. I giunti trasversali dovranno avere uno sfalsamento di almeno 30 cm. Nel caso fosse prevista la posa di un secondo strato, questo verrà collocato a cavallo delle sormonte dello strato inferiore e sarà posato in completa aderenza.

### 77.3.1. Posa in opera delle membrane - Tipologie

Le modalità di posa previste per le membrane potranno essere di tre tipi: in aderenza, in semiaderenza e in indipendenza. La scelta sarà devoluta al progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori.

La *posa in aderenza*, consistente nel totale incollaggio delle membrane al supporto, sarà preceduta dall'applicazione sul supporto di un "primer" bituminoso come previsto alla lett. a) del precedente punto 77.2.4.; essa avverrà, dopo perfetta essiccazione dello stesso, a mezzo di apposito bruciatore a gas la cui fiamma sarà diretta tra membrana e superficie di posa; il tempo di fusione del film esistente sulla faccia inferiore regolerà la velocità di avanzamento.

La *posa in semi-aderenza*, consistente in un incollaggio parziale delle membrane al supporto, sarà effettuata interponendo, tra membrane e supporto uno strato di separazione perforato e provvedendo all'incollaggio per punti (chiodi di bitume). Le superfici perimetrali, comunque, e quelle particolari di cui alle generalità, saranno trattate in completa aderenza; in tali zone evidentemente non si darà luogo alla posa dello strato perforato. Nel caso di posa con pendenza superiore al 20% le membrane verranno fissate meccanicamente in testa.

La *posa in indipendenza*, consistente nella eliminazione di ogni collegamento tra membrane e supporto, richiede per queste una protezione pesante sulla parte superiore ed uno strato di scorrimento (idoneo ad evitare interazioni chimico fisiche con il supporto) nella parte inferiore. Il fissaggio perimetrale, da effettuarsi in ogni caso, potrà essere realizzato a caldo o a mezzo di viti o chiodi galvanizzati a testa larga muniti di piastre di ripartizione e idonee guarnizioni, secondo prescrizione. Le teste dei chiodi saranno coperte con pezzi di membrana incollate.

### 77.3.2. Saldatura dei giunti

Sarà effettuata secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione tenendo conto, in rapporto al materiale impiegato, degli eventuali prodotti integrativi o delle particolari istruzioni fornite dal produttore. Di norma comunque le sormonte saranno trattate a mezzo di saldatura termica effettuata con bruciatore; ulteriori tecniche potranno essere l'impiego di bordi autosaldanti (per le membrane appositamente predisposte) e l'uso di adesivi e/o nastri biadesivi.

Con il *sistema termico* (alla fiamma), le sormonte laterali (larghezza non inferiore a 10 cm) e quelle di testa (larghezza non inferiore a 15 cm) saranno realizzate fondendo i bordi delle membrane fino ad ottenere, all'atto della sovrapposizione, la fuoriuscita del "compound" fuso; tale materiale, mantenuto caldo, sarà spalmato con idonea cazzuola fino a costituire nastro di sigillo.

Con il *sistema autosaldante a freddo*, la saldatura avverrà per semplice sovrapposizione e rullatura, previa rimozione del nastro protettivo dal bordo predisposto e leggero rinvenimento con diluente del bordo della membrana sottostante. Il giunto sarà poi completato con sigillante siliconico e nastro di protezione.

Con il sistema, infine, che prevede l'uso di *adesivi e/o nastri biadesivi*, l'incollaggio sarà effettuato secondo le particolari prescrizioni del produttore, con i materiali dallo stesso forniti a corredo, curando in ogni caso, con alcol o altri sgrassanti idonei, la perfetta pulizia delle superfici da giuntare.

## 77.4. IMPERMEABILIZZAZIONI CON MEMBRANE POLIMERICHE DI TIPO SINTETICO

### 77.4.0. Generalità

Nelle impermeabilizzazioni in argomento lo strato di tenuta sarà costituito di norma da una membrana di tipo plastomerico (armata o meno) o elastomerico i cui requisiti dovranno essere conformi a quanto prescritto al punto 48.5. del presente Capitolato, con la specificazione che lo spessore dovrà risultare, salvo diverso disposto, non inferiore ad 1,5 mm e, in ogni caso, non inferiore ad 1 mm.

### 77.4.1. Posa in opera delle guaine

In rapporto alla pendenza della superficie di posa nonché ad altri fattori strutturali e di impiego condizionanti, la posa in opera delle guaine potrà essere effettuata in completa aderenza, in semi-aderenza o in indipendenza. In tutti e tre i casi comunque la posa sarà preceduta, salvo diverso disposto (293), dalla applicazione sulla superficie di supporto, di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo previo trattamento con "primer" (strato di separazione).

La posa in *aderenza* sarà effettuata con incollaggio mediante l'impiego di bitume ossidato a caldo ( $180 \div 200$  °C) in ragione di  $1,3 \div 1,5$  kg/m<sup>2</sup>; qualora non fosse disposto lo strato di separazione, la spalmatura di bitume sarà preceduta dal trattamento con "primer" così come descritto alla lett. a) del precedente punto 77.2.4. La posa in *semi-aderenza* sarà effettuata come in precedenza, ma con l'interposizione di uno strato perforato a base imputrescibile. La posa in *indipendenza* (294) avverrà semplicemente posando le guaine sull'eventuale strato di separazione e provvedendo agli opportuni ancoraggi nelle testate terminali a mezzo di adesivi idonei o di bitume a caldo o di speciali elementi metallici di pressione e sigillatura.

Sia nella fase di stendimento che in quella di eventuale ancoraggio, le guaine non dovranno essere sottoposte a tensioni. La saldatura dei lembi sarà eseguita con gli adatti adesivi forniti o indicati dalle Ditte produttrici, previa pulizia con idoneo solvente (benzina, eptano, ecc.) delle superfici da sottoporre a collaggio.

(293) Nel caso di impiego di foglie di PVC plastificato lo strato separatore a contatto con le guaine non dovrà assolutamente contenere catrami o bitumi. Lo strato sarà perciò costituito da cartonghesso (120 gr/m<sup>2</sup> minimo) o altro idoneo materiale applicato a secco e con sovrapposizione di almeno 15 cm.

(294) Vietata nel caso di posa sotto pavimentazione.



I raccordi verticali, i profili di coronamento ed altri punti particolari, ove non fosse possibile eseguirli risvoltando con continuità le stesse guaine, saranno rivestiti con strisce dello stesso materiale, con sovrapposizione orizzontale di non meno di 30 cm di larghezza, di cui almeno 15 cm da interessare alla saldatura con il sottostante manto. La parte verticale sarà fissata con idonei adesivi e protetta con scossaline metalliche e/o con sigillanti in rapporto ai particolari costruttivi.

## 77.5. TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE

### 77.5.1. Caratteristiche dei materiali

Le resine epossidiche da impiegare per la protezione ed impermeabilizzazione di manufatti stradali ed opere d'arte in genere dovranno essere assolutamente impermeabili (anche sotto pressione d'acqua di 100 kPa (1 bar) per 24 h) ed inoltre inattaccabili da acidi, olii, carburanti e lubrificanti. Particolarmente nell'impiego sotto pavimentazione non dovranno essere attaccate da benzina, kerosene, soluzioni di NaCl, CaCl<sub>2</sub>, acque ammoniacali, sostanze chimiche per il disgelo e soluzioni al 15% di HCl ed H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Inoltre dovranno resistere perfettamente alle acque marine ed alle nebbie saline.

Le prove verranno eseguite in funzione delle caratteristiche richieste, con le modalità che di volta in volta saranno specificate. Tra queste potranno prescriversi:

- Prova di trazione pura*: sarà eseguita su un provino di resina pura dopo 11 giorni di stagionatura. Dovrà ottenersi una resistenza non inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> (2 N/mm<sup>2</sup> in caso di saturazione della resina con granulato).
- Prova di adesione al calcestruzzo*: sarà eseguita mediante trazione su due provini di conglomerato cementizio (dosaggio 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento AR) attaccati con sezione di incollaggio di almeno 200 cm<sup>2</sup>. La prova avverrà dopo 24 h dall'incollaggio e il distacco non dovrà verificarsi lungo il piano di attacco.
- Prova di adesione tra acciaio e calcestruzzo*: sarà eseguita per sfilamento di due tondini di acciaio Ø 20 immersi in calcestruzzo (15 cm di diametro x 20 cm di altezza) per almeno 1/3 dell'altezza; dei due provini uno sarà rivestito con resina. La prova sarà ritenuta positiva se lo sfilamento avverrà, in linea di precedenza, sul tondino non rivestito.

### 77.5.2. Modalità di posa in opera

Le resine epossidiche dovranno essere applicate su superfici pulite, compatte, asciutte e, nel caso di calcestruzzi, perfettamente stagionate. A tal fine le superfici potranno essere trattate, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, o con acido cloridrico diluito al 10% e successivo lavaggio, o con spazzolatura e successiva soffiatura, o con sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato, in maniera uniforme e continua, preferibilmente a spruzzo. Ove fosse previsto l'impiego di sabbia quarzifera la stesa dovrà avvenire in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato.

La resina ed il catalizzatore dovranno essere mescolati, all'atto dell'impiego, nel rapporto di 1:1 salvo diversa prescrizione o l'impiego di resine in soluzione. Di norma potranno essere richiesti i seguenti tipi di trattamento minimo:

- impermeabilizzazione di superfici non soggetti a traffico: 0,3 ÷ 0,5 kg/m<sup>2</sup> di resina e catalizzatore;
- idem* di superfici sottostanti agli strati della sovrastruttura: 0,7 ÷ 0,8 kg/m<sup>2</sup> di resina e 1,2 dm<sup>3</sup> di sabbia di quarzo ben lavata ed asciutta;
- idem* di superfici da sottoporre a diretto traffico: 1,5 ÷ 2,0 kg/m<sup>2</sup> di resina e, 2,6 dm<sup>3</sup> di sabbia.

La stesa della resina non si effettuerà per temperature inferiori a 2 °C, mentre i tempi di essiccamento saranno di non meno di 4 ore per temperature di 20 °C, di 24 ore per temperature di 10 °C e di 48 ore per temperature vicine a 2 °C. A polimerizzazione avvenuta la resina dovrà risultare perfettamente aderente al supporto, anche per contrazioni o dilatazioni dello stesso; non dovrà inoltre subire alterazioni o fessurazioni anche dopo la stesura di eventuali manti a caldo.

## 77.6. TRATTAMENTO CON MATERIALI COMPOSITI

L'impermeabilizzazione delle solette e di impalcato e simili potrà essere eseguita anche mediante la stesa di un manto di natura sintetica, costituito da speciali catrami selezionati, additivati con elastomeri in alta percentuale e legante epossidico. Il materiale dovrà essere fornito da ditta qualificata e idoneamente certificato; in ogni caso dovrà presentare:

- assoluta impermeabilità (295);
- perfetta adesione al supporto (296);
- idonea resistenza meccanica alla punzonatura (297).

Il materiale sarà dato in opera, previa pulizia del supporto come al precedente punto 77.5.2, in unica soluzione e mediante spruzzo con idonee apparecchiature, in ragione di minimo 3 kg/m<sup>2</sup> (284). La cappa impermeabile sarà saturata successivamente con inerti di natura quarzifera e di idonea granulometria, così da ottenere uno spessore globale finito di almeno 4 mm (298).

## 77.7. IMPERMEABILIZZAZIONI IN SOTTERRANEO

Saranno eseguite con i materiali e le tipologie previste in progetto o particolarmente prescritte dalla Direzione Lavori. Di norma saranno disposte tra il prerivestimento in jet-grouting ed il rivestimento in calcestruzzo e consisteranno in uno strato di compensazione ed in uno strato impermeabile.

(295) *Impermeabilità*: il prodotto, steso per uno spessore di 3 mm su lastra di cemento, a completa polimerizzazione (7 giorni a 23 °C e 65% U.R.) dovrà sopportare per almeno 24 ore un battente d'acqua di 10 m (1 bar).

(296) *Adesione al supporto*: un provino, sottoposto a prova di strappo con apparecchiatura Adhesion Tester, dovrà staccarsi dal supporto di cemento per uno sforzo normale alla superficie di incollaggio non inferiore a 1,2 N/mm<sup>2</sup> (0,9 N/mm<sup>2</sup> su provino previamente sottoposto a shock termico di 30 min ad 80 °C e 30 min a 20 °C, in aria, per 10 cicli).

(297) *Resistenza alla punzonatura*: un provino, sottoposto a punzone sferico del diametro di 20 mm avanzante con velocità di 0,75 mm/min, dovrà resistere senza rottura della pellicola ad uno sforzo di 350 N alla temperatura di 23 ± 2 °C, e di 200 N alla temperatura di 40 ± 2 °C. Lo stesso dicasi per un provino sottoposto a shock termico.

(298) La Direzione Lavori, in rapporto alle particolari istruzioni del fabbricante, potrà modificare tali valori.

Lo strato di compensazione sarà costituito da un feltro di materiale sintetico non infiammabile, di peso non inferiore a 500 g/m<sup>2</sup>. Lo strato impermeabile da una membrana a base plastomerica (PVC) o elastomerica per le cui caratteristiche di accettazione si rinvia ai punti 54.4.6. e 54.4.7. del presente Capitolato, di spessore comunque non inferiore a 2 mm.

Nel caso di impiego di membrana in PVC, sono previsti i seguenti magisteri:

- la captazione di eventuali venute di acqua, mediante impiego di tubi drenanti di materiale plastico, protetti da uno strato di lana di vetro; i tubi saranno fissati con malta di cemento e accelerante, ricoperti da uno strato di gunite fine e collegati col drenaggio al piede del rivestimento impermeabilizzante;
- l'eliminazione delle parti metalliche sporgenti, quali teste di ancoraggio, reti metalliche, ecc.;
- la regolarizzazione con gunite (avente lo spessore minimo di 5 mm) del priverivestimento esistente per raccordare eventuali punte e cavità della roccia e parti metalliche quali centine, catene, bulloni di armatura, ecc.;
- la fornitura e la posa dello strato di compensazione;
- la fornitura e la posa di dischi e/o listoni in PVC semirigido fissati al priverivestimento mediante chiodi a sparo o mediante tasselli ad espansione (con funzione di ancoraggio dello strato di compensazione e di sostegno dello strato impermeabile) nel numero di 4 dischi/m<sup>2</sup> oppure di 1 listone/m;
- la fornitura dello strato impermeabile e la sua posa in opera con opportuna ricchezza;
- il fissaggio dei fogli di PVC ai dischi e/o listoni di ancoraggio mediante termosaldatura;
- la saldatura dei fogli di PVC mediante sovrapposizione dei lembi tra i giunti contigui e/o tra gli elementi di supporto da realizzare con opportuni sistemi che dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori;
- la formazione del drenaggio al piede della impermeabilizzazione, con fornitura e posa in opera di tubo in materiale plastico forato e sistemato in apposita canaletta ricavata nel calcestruzzo della "muretta" e collegato ai pozzetti di raccolta del marciapiede.

## Art. 78 INTONACI

### 78.0. GENERALITÀ

L'esecuzione degli intonaci dovrà essere effettuata non prima che le malte di allettamento delle murature, sulle quali verranno applicati, abbiano fatto conveniente presa e comunque non prima di 60 giorni dall'ultimazione delle stesse murature. L'esecuzione sarà sempre preceduta da una accurata preparazione delle superfici. Le strutture dovranno essere ripulite da eventuali grumi di malta, rabboccate nelle irregolarità più salienti e poi abbondantemente bagnate.

Non dovrà mai procedersi all'esecuzione di intonaci, quando le strutture murarie non fossero sufficientemente protette dagli agenti atmosferici, e ciò sia con riguardo all'azione delle acque piovane, sia con riferimento alle condizioni di temperatura e di ventilazione.

Gli intonaci, di qualunque specie, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli o altri difetti. Le superfici dovranno essere perfettamente piane: saranno controllate con una riga metallica di due metri di lunghezza e non dovranno presentare ondulazioni con scostamenti superiori a 2 mm.

Gli intonaci dovranno essere eseguiti, di norma, con spigoli ed angoli vivi, perfettamente diritti; eventuali raccordi, zanche e smussi potranno essere richiesti dalla Direzione, senza che questo dia luogo a diritti per compensi supplementari. Le sabbie e le pozzolane da impiegare nella preparazione delle malte, oltre ad essere di qualità particolarmente scelta, dovranno essere totalmente passanti allo staccio 0,5 UNI 2332, salvo diversa prescrizione.

### 78.1. INTONACO GREZZO (ARRICCIATURA)

#### 78.1.1. Rinzafo e sestato

L'intonaco grezzo verrà eseguito applicando sulle murature, preparate come nelle generalità, un primo strato di malta, dello spessore di 0,5 cm circa, ottenuta con sabbia a grani piuttosto grossi, gettata con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Fissati quindi sulla superficie da intonacare alcuni punti, detti capisaldi (o poste), verranno tra questi predisposte opportune fasce, dette seste (o righelle), eseguite sotto regoli di guida, e a distanza sufficientemente ravvicinata. Tale operazione verrà definita "sestato".

#### 78.1.2. Traversato

Quando la malta del rinzafo avrà fatto una leggera presa, si applicherà su di essa un secondo strato della corrispondente malta per finiture, in modo da ottenere una superficie piana non molto levigata; come guida ci si gioverà delle seste o righelle, in funzione di rette del piano, asportando con un regolo di legno la malta eccedente e conguagliando nelle parti mancanti in modo da avere in definitiva un piano unico di media scabrosità (traversato).

### 78.2. INTONACO DECORATIVO

#### 78.2.0. Generalità - Costituzione degli strati

Con la dizione generica di intonaci decorativi si intendono tutte quelle opere occorrenti per il completo rivestimento delle pareti esterne, generalmente eseguite con impasti di malte di vario tipo e sabbia o polvere di marmo, graniglie, ecc. con o senza aggiunta di materie coloranti. In essi restano compresi anche gli intonaci speciali, preconfezionati o meno in stabilimento.

Tutti i detti intonaci saranno sempre costituiti da uno strato di grezzo o corpo (rinzafo + traversato o squadraturo) dello spessore di 15 ÷ 18 mm e da uno strato di finitura (rivestimento o tonachino), dello spessore di 3 ÷ 8 mm, secondo i tipi e le lavorazioni. Il rinzafo sarà costituito, di norma, con malta cementizia dosata a 400 ÷ 500 kg di cemento e sabbia silicea a grana grossa. La squadraturo verrà data con malta bastarda cementizia, comune o idraulica, nei tipi prescritti dalla Direzione Lavori sulla base delle formulazioni di cui alla Tab. 63 o su diversa formulazione.

Le malte da impiegarsi dovranno sempre contenere un idrofugo di ottima qualità e di sicura efficacia, nelle proporzioni ottimali stabilite dalle Ditte produttrici.

**78.2.1. Intonaco pietrificante a imitazione di pietra tufacea**

Sulla parete da intonacare verrà preliminarmente realizzato un intonaco grezzo come al precedente punto 78.2.0. con squadratura eseguita con malta bastarda cementizia di cui al tipo 20 della Tab. 67. Si distenderà quindi uno strato d'impasto, dello spessore non inferiore a 3 mm, preparato in cantiere con grassello, cemento bianco, sabbia dolomitica e colori particolarmente resistenti agli agenti atmosferici, o confezionato industrialmente nei componenti solidi e fornito pronto in confezioni sigillate. La lavorazione prevede il tipo *lamato*, il tipo *spruzzato* o altri tipi speciali.

**78.2.2. Intonaco di cemento**

L'intonaco di cemento verrà eseguito in conformità a quanto prescritto al punto 78.2.0. con la specifica che per gli strati successivi al rinzaffo verrà usata unicamente malta cementizia nei tipi per finiture e per intonaci (rispettivamente dosate a 500 e 600 kg di cemento). L'ultimo strato di colla di malta fine, eventualmente colorato, dovrà essere tirato e liscio in perfetto piano con apposito attrezzo, o fratazzato secondo prescrizione. Valgono, per l'intonaco in argomento, le specifiche di protezione precedentemente elencate per i conglomerati; l'intonaco comunque dovrà essere mantenuto umido e protetto dall'irradiazione solare per almeno 15 giorni dall'esecuzione.

**78.2.3. Intonaco plastico**

Prodotto di norma, industrialmente e fornito pronto in confezioni sigillate, l'intonaco plastico sarà composto da resine sintetiche (in emulsione acquosa o in solvente), inerti, pigmenti e additivi vari (amalgamanti, stabilizzanti, fungicidi, battericidi, idrorepellenti, ecc.) in rapporti tali da realizzare, in applicazione e nello spessore previsto, un rivestimento rispondente, in tutto o in parte (secondo quanto richiesto dalla Direzione), alle caratteristiche prescritte.

L'intonaco dovrà possedere elevati requisiti di aderenza, di resistenza e di idrorepellenza. Il supporto o fondo sarà di norma costituito dallo strato di tonachino in malta bastarda perfettamente stagionato ed esente da umidità.

**78.3. INTONACI E PROTEZIONI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

In linea generale per le superfici a vista dei conglomerati cementizi non verranno adottati intonaci: ciò in quanto la predisposizione delle casseforme e la cura nei getti farà sì che dette superfici si presentino regolari ed uniformi. Ove però gli intonaci venissero prescritti dalla Direzione Lavori, tali superfici verranno accuratamente pulite e bagnate e predisposte opportunamente.

Negli intonaci eseguiti a spruzzo (gunite) il getto sarà eseguito con lancia a pressione (3 bar all'ugello di uscita), posta a circa 1 m dalla superficie, previa spicconatura, pulizia e lavaggio della stessa. La malta sarà di norma a 500 kg di cemento e lo spessore dell'intonaco, da eseguire anche in questo caso su due strati, potrà essere di 20 o 30 mm. Tale spessore potrà portarsi a 40 mm ove fosse ordinata l'inclusione di rete metallica elettrosaldata in fili di acciaio.

**Art. 79****RIVESTIMENTI****79.1. GENERALITÀ**

I materiali con i quali verranno eseguiti i rivestimenti dovranno possedere i requisiti prescritti nel presente Capitolato o nell'allegato Elenco Prezzi o, più generalmente, richiesti dalla Direzione Lavori. Quando i materiali non fossero direttamente forniti dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione i campioni degli stessi e dovrà sempre approntare una campionatura in opera. Solo dopo l'approvazione di questa sarà consentito dare inizio ai lavori di rivestimento.

L'esecuzione di un rivestimento dovrà possedere tutti i requisiti necessari per garantire l'aderenza alle strutture di supporto e per assicurare l'effetto funzionale ed estetico dell'opera di finitura stessa. Gli elementi del rivestimento dovranno combaciare perfettamente tra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate nelle due direzioni.

La perfetta esecuzione delle superfici dovrà essere controllata con un regolo rigorosamente rettilineo che dovrà combaciare con il rivestimento in qualunque posizione.

**79.1.1. Rivestimenti in lastre di marmo e pietra**

Le lastre di marmo dovranno essere fissate a parete mediante zanche ed arpioni di rame o di acciaio inossidabile, e tenute staccate dalla parete stessa di almeno 1,5 cm; successivamente nell'intercapedine tra lastra e parete sarà eseguita, previa bagnatura, l'imbottitura, cioè una colata di malta idraulica o bastarda cementizia o cementizia secondo i casi.

Le lastre avranno spessore minimo di 3 cm e, salvo diversa prescrizione, saranno lucidate a piombo su tutte le facce a vista. Le connessioni dovranno presentare un perfetto combaciamento (salvo i giunti a sovrapposizione e stradella) con larghezza massima di 1 mm ed assoluta rettilineità. La stuccatura dovrà eseguirsi con cemento in polvere.

Per i rivestimenti in lastre di pietra varranno in generale le stesse norme, salvo la definizione degli spessori e delle connessioni, variabili secondo la qualità della pietra ed il tipo di lavorazione. Per gli elementi di scalinate l'Appaltatore dovrà preconstituire l'apparecchiatura ben precisa e presentare alla Direzione i relativi campioni per il giudizio sulla qualità del materiale e sul tipo di lavorazione.

Particolare precisione dovrà essere realizzata nell'esecuzione delle strutture di supporto (rampe, gradini, innesti, ecc.) sicché la collocazione avvenga senza necessità di tagli ed aggiustamenti e nel rispetto dei particolari di progetto.

**Art. 80****OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI****80.0. GENERALITÀ****80.0.1. Forme - Dimensioni e caratteristiche**

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno corrispondere, nei limiti delle tolleranze indicate, alle forme e dimensioni prescritte ed essere lavorate secondo le indicazioni del presente Capitolato e di quelle che fornirà la

Direzione Lavori all'atto esecutivo. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta e rispondere ai requisiti indicati al punto 42.9. del presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, qualora non disposto e nei limiti del presente articolo, le misure dei vari elementi di ogni opera, la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione ed ai quali lo stesso sarà tenuto ad uniformarsi.

Le lastre di rivestimento o di pavimentazione dovranno essere accostate in maniera da evitare contrasti di colore o di venatura, tenendo conto delle caratteristiche del materiale impiegato e delle particolari disposizioni della Direzione.

#### 80.0.2. Tolleranze

Sulla larghezza e lunghezza degli elementi, conci o manufatti in genere, sarà ammessa una tolleranza non superiore al  $\pm 0,5\%$ ; per le lastre, gli scarti nelle misure non dovranno superare il valore di  $+ 0,5/-1$  mm per le dimensioni lineari e del  $\pm 5\%$  per lo spessore. Tolleranze più ristrette potranno comunque essere disposte in progetto o prescritte dalla Direzione.

#### 80.0.3. Campioni e modelli

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei vari marmi e pietre, lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della Direzione Lavori; tali campioni, se accettati, verranno debitamente contrassegnati e conservati, come termini di riferimento e confronto, negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati.

#### 80.0.4. Controlli e corrispondenze

L'Appaltatore è tenuto a rilevare e controllare che ogni elemento o manufatto ordinato e da collocare corrisponda alle strutture rustiche di destinazione, segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali divergenze od ostacoli. In difetto, resteranno a carico dello stesso ogni spesa ed intervento derivanti da non esatte rispondenze o da collocazioni non perfettamente calibrate.

#### 80.0.5. Protezione dei manufatti - Obblighi in caso di scorporo

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti debba essere effettuata direttamente dall'Appaltatore, quanto nel caso in cui la fornitura sia parzialmente o totalmente scorporata e lo stesso sia unicamente tenuto alla posa in opera, tenuti presenti gli obblighi e le prescrizioni di cui al punto 27.25. del presente Capitolato, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura onde evitare, durante le varie operazioni di carico, trasporto, eventuale magazzinaggio e quindi collocamento in sito e fino al collaudo, rotture, scheggiature, rigature, abrasioni, macchie e danni di ogni genere ai marmi ed alle pietre. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, scalini, zoccolotti, pavimenti ed in genere di tutte quelle parti che, avendo già ricevuto la lavorazione di finitura, potrebbero restare comunque danneggiate dai successivi lavori di cantiere.

L'Appaltatore resterà di conseguenza obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato ricorrendo se necessario, ed a giudizio insindacabile della Direzione, anche alla sostituzione dei pezzi danneggiati ed a tutti i conseguenti ripristini. Resta peraltro precisato che qualora la fornitura dovesse avvenire in forma scorporata, all'atto del ricevimento in cantiere dei materiali l'Appaltatore dovrà segnalare alla Direzione eventuali difetti o difformità, restando egli stesso responsabile, in caso di omissione, della completa rispondenza della fornitura.

#### 80.0.6. Posa in opera dei manufatti

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra alle strutture di supporto si adopereranno grappe, perni, staffe, sbarre, ecc. in ottone ricotto, rame, bronzo, acciaio inossidabile, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, previo benestare della Direzione Lavori. Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature, di forma adatta, a mezzo di piombo fuso battuto a mazzuolo o di malte epossidiche e saranno murati sui supporti con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo ed i relativi supporti, a norma di quanto prescritto al punto 79.2.1. del presente Capitolato, dovranno essere accuratamente riempiti con malta idraulica sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. Sarà assolutamente vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa o di gesso, tanto per la posa quanto per il fissaggio provvisorio dei pezzi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio ed il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc. (299), dove i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelle in cemento armato in particolare; in tal caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto ed incorporati con opportuni mezzi alla massa delle murature o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno impartite dalla Direzione e senza che l'Appaltatore abbia a pretendere speciali compensi.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione stabilita dai disegni o indicata dalla Direzione Lavori; le connessioni ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, secondo disposizione. Potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in tempi successivi, senza che l'Appaltatore possa richiedere extracompenzi.

Nei rivestimenti delle zone di spigolo, le lastre incontrantesi ad angolo dovranno essere rese solidali tra loro mediante idonee piastre o squadrette in metallo inossidabile, fissate a scomparsa con adeguati adesivi; negli spigoli sarà comunque vietato il taglio a  $45^\circ$  dei bordi delle lastre.

(299) Gli elementi di ancoraggio dovranno essere non meno di 4 per ogni metro di elemento e non meno di 3 per ogni elemento; le zanche, staffe, ecc., se in tondino e spinotto, dovranno avere diametro non inferiore a 6 mm; se in barre diversamente sagomate, spessore non inferiore a 4 mm.

## 80.1. MARMI E PIETRE NATURALI – PIETRA DA TAGLIO

### 80.1.1. Marmi e pietre naturali

Le opere in marmo dovranno presentare piani con giunzioni senza risalti, a perfetta continuità; le parti a vista, se non diversamente disposto, dovranno essere levigate e lucidate. I marmi colorati dovranno presentare, in tutti i pezzi, le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

### 80.1.2. Pietra da taglio

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto e sarà lavorata e posta in opera secondo le disposizioni che verranno impartite dalla Direzione all'atto dell'esecuzione ed in conformità di quanto stabilito al punto 67.5.2. del presente Capitolato.

## 80.2. PIETRE ARTIFICIALI

Le pietre artificiali, a imitazione delle naturali, saranno costituite da conglomerato cementizio, sabbia silicea, ghiaio scelto e graniglia della stessa pietra naturale che si intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato poi entro apposite casseforme e sottoposto di norma a vibrocompressione.

Il nucleo dei manufatti sarà dosato con non meno di 350 kg di cemento 325 per ogni m<sup>3</sup> di impasto e con non meno di 400 kg quando si tratti di elementi sottili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm, da impasto notevolmente più ricco, formato con cemento bianco, graniglia di marmo, ossidi coloranti e polvere della pietra da imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, o sabbiate in modo da presentare struttura identica, per grana, tinta e lavorazione, alle pietre naturali da imitare.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori. La dosatura, la lavorazione e la stagionatura degli elementi dovranno garantire per gli stessi assoluta inalterabilità agli agenti atmosferici e resistenza a rottura non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> a 28 giorni; le sostanze coloranti dovranno risultare assolutamente inerti nei riguardi dei cementi e resistenti alla luce. La posa in opera avverrà come specificato al punto 80.0.6.

La pietra artificiale da gettare sul posto come paramento di ossature grezze sarà formata da rinzaffo in malta cementizia e successivo strato in malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare. Quando tale strato debba essere sagomato per la formazione di cornici, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per una perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate. Le facce viste saranno poi lavorate come per le pietre gettate fuori opera.

## 80.3. ESECUZIONI PARTICOLARI

### 80.3.1. Copertine

Le copertine per muri, parapetti, ecc., saranno in pietra naturale o artificiale secondo prescrizione ed avranno spessore minimo, in corrispondenza del gocciolatoio, non inferiore a 3 cm. Le copertine dovranno aggettare non meno di 4 cm dal paramento esterno delle strutture di supporto; il canale gocciolatoio avrà sezione non inferiore a 10 x 12 mm e sarà incassato a non meno di 15 mm dal filo esterno della copertina.

L'estradosso degli elementi sarà sagomato ad unico o doppio spiovente, secondo disegno o prescrizione; l'ancoraggio avverrà mediante grappe di ottone del tipo, numero e dimensioni adeguati agli sforzi cui i singoli elementi potranno essere sottoposti. Le grappe, previamente fissate come specificato al precedente punto 80.0.6., saranno successivamente ancorate alle strutture con malta cementizia; la stessa malta verrà impiegata per l'allettamento ed il fissaggio dei vari elementi. Il numero delle grappe non sarà inferiore a 2 per ogni metro lineare di elemento e comunque non inferiore a 2 per ogni elemento. I manufatti avranno lunghezza non inferiore a 1,20 m (con eccezione per gli elementi terminali) e saranno collegati tra loro con giunti a battente accuratamente sigillati.

Gli elementi da ammorsare nelle murature saranno incassati fino ad accostare i risvolti verticali delle impermeabilizzazioni ed avranno pendenza verso l'esterno. I piani delle murature di appoggio saranno idoneamente impermeabilizzati. Negli elementi di copertina posizionati normalmente ai paramenti esterni delle murature, il gocciolatoio dovrà essere interrotto a circa 4 cm da tali paramenti.

### 80.3.2. Elementi di scale

Saranno realizzati con materiali a grana molto fine e compatta e di composizione uniforme.

I gradini, nelle dimensioni prescritte avranno spessore non inferiore a 4 cm, con la costa sia frontale che di risvolto lavorata a filo quadro e spigoli leggermente arrotondati. L'aggetto rispetto al sottogrado dovrà essere, se non diversamente disposto, pari allo spessore; analogo aggetto dovrà aversi nei riguardi del paramento esterno finito della struttura portante.

Lo spessore dei sottogradi dovrà essere non inferiore a 3 cm; i sottogradi dovranno completamente sormontare i gradini e, al pari di questi, saranno ammorsati all'estremità, nell'intonaco (o muratura), per almeno 2 cm.

### 80.3.3. Elementi particolarmente esposti

Saranno realizzati con marmi e pietre assolutamente resistenti agli agenti atmosferici ed avranno spessori incrementati, rispetto ai valori dei corrispondenti elementi, di non meno del 50% con arrotondamento, per le frazioni, alla misura intera superiore. Tutti gli spigoli dovranno essere smussati ed arrotondati con raggi di curvatura più ampi (per gli elementi di corrente accessibilità o uso); prescrizioni più particolari comunque saranno date, di volta in volta, dalla Direzione Lavori.

## 80.4. CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI

### 80.4.1. Cordoli in masselli di pietra

Saranno costituiti, se non specificatamente prescritto, da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, basalti, travertini compatti ovvero da altre pietre con caratteristiche meccaniche o di resistenza agli agenti atmosferici non inferiori.

Fermo restando quanto prescritto al punto 42.10.2 del presente Capitolato i cordoli, che in ogni caso presenteranno le dimensioni prescritte in Elenco, potranno essere distinti in 4 diversi assortimenti (ex UNI 2712) a seconda della larghezza della faccia vista orizzontale; per ogni assortimento, le misure degli altri elementi geometrici resteranno determinate sulla base della seguente tabella (valgono comunque, ove più restrittive o più particolarmente valutate, le tolleranze di cui alla UNI EN 1343.

**TAB. 83 - Cordoli di pietra per marciapiedi ed ortature. Designazione commerciale degli assortimenti (indicativa)**

Designazione dell'Assortimento (cm)	Altezza (cm)	Lunghezza minima	
		Graniti, sieniti, dioriti	Porfidi, basalti, travertini
12 (± 0,3)	30 (± 1,5)	90	50
15 (± 0,3)	27 (± 1,5)	100	60
25 (± 0,3)	20 (± 1,5)	110	70
30 (± 0,3)	25 (± 1,5)	120	80

Ove non diversamente disposto, la faccia vista orizzontale e quella verticale saranno lavorate a punta fine; quest'ultima faccia avrà inoltre (a 18 cm) un fuori squadra di 3 cm e formerà con la precedente un angolo *ottuso*; lo spigolo sarà arrotondato con raggio di 2 cm. I giunti saranno lavorati a scalpello a perfetto squadra; il lembo interno opposto all'alzata sarà lavorato a punta fine per una profondità di 3 cm e costituirà uno spigolo perfettamente parallelo a quello esterno.

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare 18 cm. Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25 e verranno posati attestati e spazati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

#### 80.4.2. Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati, sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La messa in opera avverrà come al precedente punto 80.4.1; la stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

#### 80.4.3. Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione riportate al punto 42.10. del presente Capitolato.

### Art. 81

#### OPERE DA CARPENTIERE

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori.

Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature o altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione.

### Art. 82

#### OPERE DA LATTONIERE - MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA

##### 82.0. GENERALITÀ

I manufatti ed i lavori in genere in lamiera di acciaio (nera o zincata), di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o di altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere. Il collocamento in opera comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodature, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dalla Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'Appaltatore avrà anche l'obbligo di presentare, a richiesta della stessa Direzione, gli esecutivi delle varie opere, tubazioni, canalette di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli di verifica e di apporiarvi, se necessario, tutte le modifiche eventualmente richieste in sede di preventiva accettazione.

##### 82.1. TOMBINI TUBOLARI IN LAMIERA

###### 82.1.0. Generalità

I tombini tubolari in lamiera zincata saranno realizzati con i materiali di cui al punto 46.4.2. del presente Capitolato ed avranno spessori non inferiori ai tabulati forniti dallo stabilimento produttore in funzione dell'altezza dei rilevati e dei

sovraccarichi accidentali. Le condizioni di equilibrio statico dovranno comunque venire verificate con gli ordinari metodi della scienza delle costruzioni. Sarà ritenuta valida la formula di Spangler.

### 82.1.1. Modalità di posa in opera

La posa in opera delle condotte portanti di acciaio per tombini dovrà essere effettuata nell'esatto rispetto delle istruzioni di montaggio e di installazione che il fabbricante sarà tenuto a consegnare a corredo stesso della fornitura. In ogni caso vale quanto segue.

Le condotte portanti potranno essere installate in trincea o in piano. Nel primo caso occorrerà sagomare opportunamente il suolo; nel secondo caso sotto il quarto inferiore della condotta si dovrà compattare accuratamente il materiale di riporto. Il letto di posa sarà in ogni caso costituito da uno strato, di spessore variabile in funzione della natura del terreno e comunque non inferiore a 20 cm, di materiale arido ben compattato, privo di zolle erbose, radici, terreno gelato o di origine vegetale. Il terreno sottostante, se roccioso o peraltro incoerente, dovrà essere bonificato. La compattazione dovrà effettuarsi con mezzi meccanici o, per lavori di limitata entità, con pestelli.

Il materiale per il rinterro dovrà essere permeabile, arido, omogeneo, dovendosi evitare terreni inidonei o contenenti pietre di diametro oltre 7 cm. Il materiale di rinfiacco dovrà essere posto contemporaneamente da ambo le parti della condotta, a strati non superiori a 15 cm; il costipamento potrà essere effettuato utilizzando anche i normali mezzi per i rilevati salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Il grado di compattazione dovrà corrispondere al 95% della densità massima ottenuta con il metodo AASHO modificato.

Le parti terminali dei manufatti potranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

### 82.1.2. Accorgimenti particolari

In caso di rilevati particolarmente pesanti occorrerà dare, al centro della condotta, una monta pari allo  $0,5 + 0,7\%$  della larghezza della condotta. Nelle condotte ad elementi imbullonati tutti i bulloni dovranno essere serrati con gradualità fino a raggiungere una coppia finale pari a circa 25 kgm; detto valore dovrà essere controllato con chiavi dinamometriche.

Nel montaggio di strutture di notevoli dimensioni occorrerà porre dei tiranti orizzontali, costituiti sia da barre tese da tenditori a doppia vite, sia da cavi metallici posti in corrispondenza dell'asse orizzontale. Tenditori e cavi si allenteranno gradualmente con l'applicazione del rinterro. Per sezioni ellittiche e grandi rilevati sarà consigliabile l'applicazione di puntorini in legno con tappi di compressione in legno dolce; archi e tubi a sezione ribassata non dovranno comunque essere puntellati.

## Art. 83

### DRENAGGI - GABBIONI

#### 83.1. DRENAGGI

##### 83.1.0. Generalità

I drenaggi di risanamento del corpo stradale e zone latitanti, che si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo, procedendo da valle verso monte così da assicurare il regolare deflusso delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano del fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi stimerà necessario praticare; la profondità del drenaggio e la pendenza del cunicolo saranno stabilite in relazione ai saggi, ove si riscontri il punto più depresso dello strato impermeabile. Il fondo dei drenaggi dovrà essere di norma rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta.

Per quanto riguarda il riempimento in pietrame si rimanda alle norme di cui al punto 67.3.2. Si richiamano inoltre gli oneri e le responsabilità di cui al punto 48.1.7. del presente Capitolato.

##### 83.1.1. 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 di poliestere o polipropilene, secondo prescrizione. 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 poliestere) 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 dello stesso 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.

##### 83.1.2. Drenaggi di contenimento di scavi

Si rimanda, per tale categoria di lavoro riferita principalmente agli scavi in sotterraneo, alle particolari prescrizioni riportate al precedente punto 61.4.

#### 83.2. GABBIONI

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare 27 agosto 1962, n. 2078, del Consiglio superiore dei LL.PP. e saranno formati con rete di filo di acciaio trafilato a freddo, ricotto e zincato (con massa nominale di zinco non inferiore

a 260 g/m<sup>2</sup> e comunque non inferiore ai valori riportati nel Prospetto III della UNI 8018), a doppia torsione, di diametro non inferiore a 2,7 mm, maglia esagonale 80 o 100 mm, massa non inferiore ai valori riportati nel Prospetto I della UNI citata. La rete dovrà presentare un vivagno lungo i bordi longitudinali costituito da filo di spessore non inferiore a 3,4 mm.

Il pietrame di riempimento dovrà avere dimensione minima non inferiore a 12 cm, massa degli elementi non inferiore a 10 kg e dovrà essere compatto, non sfaldabile, né alterabile all'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in generale. Il pietrame sarà sistemato a mano, con le fronti in vista lavorate come nella muratura a secco. La chiusura delle bocche sarà effettuata con legature di filo zincato delle stesse caratteristiche di quello impiegato per la gabbia.

I piani di posa superiori ed inferiori dei gabbioni dovranno risultare perfettamente spianati. Il collocamento in opera avverrà per filari continui e paralleli, curando lo sfalsamento delle connessioni tra file adiacenti o sovrastanti. Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riuniti le opposte pareti e quelli riuniti le testate con le pareti.

## Art. 84 TUBAZIONI

### 84.0. GENERALITÀ

#### 84.0.1. Progetto esecutivo

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, a norma di quanto più in generale prescritto nell'Appendice A del presente Capitolato, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il "Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.

#### 84.0.2. Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

#### 84.0.3. Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi (300), al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con interventi parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

#### 84.0.4. Preparazione del piano di posa - Massetto

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10$  cm (essendo "D" il diametro esterno del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo (301).

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, conformato come alla Fig. 21, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

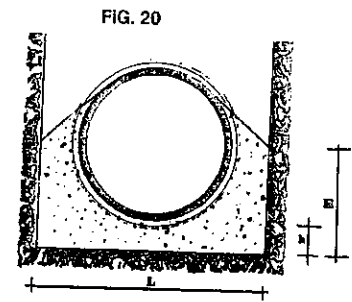
(300) Salvo diverse disposizioni la larghezza di tali scavi, ai fini della misurazione contabile, sarà commisurata al diametro esterno del tubo aumentato di  $40 + D/4$  cm, con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da 1,51 a 3,00 m e di 100 cm e di 100 cm per maggiori profondità.

(301) In corrispondenza dei giunti dovranno essere scavate delle nicchie onde evitare che la tubazione resti appoggiata sui giunti stessi. Le nicchie verranno costruite dopo ultimato lo scavo a fondo livellato e dovranno avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e di incasso del giunto.



TAB. 84 - Tubazioni interrate. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI		Diametro esterno del tubo (cm)												
		15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea	(h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfilanco	(H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto	(L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140



#### 84.0.5. Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di coppie di funi metalliche.

#### 84.0.6. Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

#### 84.0.7. Posa in opera dei tubi

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

#### 84.0.8. Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto o a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate.

#### 84.0.9. Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova che in anticipato esercizio e fino a collaudo.

#### 84.0.10. Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette in uno dei modi specificati al punto 46.7.2. del presente Capitolato (302); se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo, così come indicato al punto 46.9.5.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederle al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

#### 84.0.11. Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà

(302) Con esclusione del rivestimento zincato.

funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione.

In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

#### 84.0.12. Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

#### 84.0.13. Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotte di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori.

L'immissione di grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovrà essere ripetuta tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

#### 84.0.14. Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m (303), restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi.

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

#### 84.0.15. Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni.

Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno 1,5 ÷ 2 volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreché detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio  $P_e + 2$  (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo  $P_c$ .

Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta (304).

(303) Per le condotte non in pressione, nel caso in cui lungo la linea vi fossero dei pozzetti d'interruzione o di ispezione (condotte fognanti) le tratte da assoggettare alla prova saranno quelle situate tra due pozzetti consecutivi.

(304) Per durata della prova di 15 min i quantitativi di acqua massimi che potranno essere perduti dai vari tipi di canalizzazione, misurati in l/m<sup>2</sup> di superficie utile, dovranno essere non superiori a 0,50 ÷ 0,20 per canalizzazioni di conglomerato cementizio semplice di diametro da 30 ad oltre 100 cm, a 0,15 ÷ 0,10 per canalizzazioni di conglomerato cementizio armato di pari diametro ed a 0,20 per canalizzazioni di grès di qualunque diametro. Per durate di prova superiori, l'esito sarà ritenuto negativo ove si riscontrasse gocciolamento di acqua dai giunti o se per eccessiva permeabilità delle pareti non si riuscisse a mantenere la pressione se non con frequenti interventi di pompaggio.

Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione (305).

#### 84.0.16. Rinterro dei cavi

Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno o entrambi i lati degli stessi, o a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranghe, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti.

L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a: 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali; 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero; 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza o inidoneità delle protezioni.

#### 84.1. TUBAZIONI DI ACCIAIO

##### 84.1.1. Accettazione e stoccaggio - Sfilamento

I tubi di acciaio dovranno rispondere, per i rispettivi tipi, alle norme di accettazione di cui al punto 46.7. del presente Capitolato.

I tubi protetti con rivestimenti bituminosi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sopra o sottostanti; tra i vari strati si dovranno quindi interporre dei listoni di legno di protezione o meglio dei materassini di paglia.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento (306).

##### 84.1.2. Montaggio delle condotte

Potrà essere effettuato, in rapporto alle condizioni locali ed alle disposizioni della Direzione Lavori, secondo le due modalità di seguito esposte:

- a) - *Montaggio prevalentemente fuori scavo*: da adottare di norma in tratti consentiti dalla planimetria del terreno e per lavori di grande produzione, consisterà in:
  - formazione di colonne (lunghe 50 + 500 m) mediante saldatura o montaggio (nel caso di giunto a vite o manicotto) di più elementi previa revisione ed eventuale riparazione dei rivestimenti;
  - precollauda ad aria a 6 bar e rivestimento delle zone di giunzione degli elementi;
  - posa nello scavo, esecuzione delle murature di ancoraggio e di contrasto, del rinterro parziale e prova idraulica di tenuta (per colonne sufficientemente lunghe). Quindi completamento del rinterro con eccezione dei punti di giunzione tra le colonne;
  - esecuzione delle giunzioni tra le colonne e quelle relative alle interruzioni per attraversamenti;
  - prova idraulica generale, rivestimento delle ulteriori zone di giunzione e completamento del rinterro.
- b) - *Montaggio nello scavo*: da adottare di norma su tratti con terreno accidentato o con ostacoli nel sottosuolo (reti di gas, fognatura, ecc.) e per basse produzioni, consisterà in:
  - posa dei singoli tubi previa revisione e riparazione del rivestimento di fabbrica;
  - saldatura dei giunti o montaggio, previa esecuzione di idonee nicchie;
  - esecuzione del rinterro parziale e delle murature di ancoraggio e di contrasto;
  - prova idraulica di tenuta, rivestimento delle zone di giunzione e completamento del rinterro.

##### 84.1.3. Giunzioni a piombo

Qualora ammesse, saranno limitate unicamente alle tubazioni di scarico e verranno effettuate con le modalità di cui al successivo punto 84.2.

##### 84.1.4. Giunzioni saldate (307)

Potranno essere del tipo con *giunto a sovrapposizione* (308) e con *giunto di testa*. In tutti i casi i tubi dovranno essere accoppiati in asse, in modo che la saldatura si verifichi in posizione corretta.

(305) Vedi, ad esempio, la norma UNI 7516: "Prove in opera a pressione per condotta di amianto-cemento".

(306) Prima di calare i tubi nello scavo si dovrà procedere ad una accurata revisione del rivestimento per individuarne a ripararne gli eventuali difetti e/o danni. La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mazzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Successivamente, a vernice asciutta, si applicherà uno strato di bitume fuso e si ricoprirà con tessuto di vetro imbevuto dallo stesso bitume.

(307) La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di regola, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubi di piccolo spessore ( $\leq 4$  mm) e di piccolo diametro ( $\leq 100$  mm) potrà essere prescritto il procedimento al cannello ossiacetilatico.

(308) Le giunzioni con saldatura a sovrapposizione saranno di norma adottate nelle tubazioni per condotte d'acqua. Appartengono a questo tipo i giunti a *bicchieri cilindrico* (costruito di norma per tubi fino a DN 350), a *bicchieri sferico* (DN 150 + 900) ed a *bicchieri sferico con camera d'aria* (realizzato per consentire la giunzione con saldatura anche per i tubi dotati di rivestimento interno). Il giunto sferico sarà particolarmente impiegato per tubazioni di medio e grande diametro e su tracciati movimentati, consentendo di realizzare, all'atto del montaggio, deviazioni fino a 5°.

Per la migliore riuscita delle giunzioni saldate, di norma all'arco elettrico, l'Appaltatore dovrà studiare, in accordo con la Direzione Lavori, quale sia il numero più conveniente degli strati di saldatura (passate) per ogni cordone, il calibro più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature. In ogni caso le saldature dovranno essere eseguite da personale di provata capacità, qualificato per i lavori del genere e provvisto di tutte le attrezzature necessarie.

Le estremità dei tubi da saldare dovranno essere accuratamente tenute libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, tracce di bitume, grassi, scaglie ed impurità varie in modo da presentare il metallo perfettamente pulito. Lo spessore delle saldature dovrà essere di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con sovrapposizione variante da 1 a 1,5 mm) e ben raccordato col materiale di base. La sezione della saldatura dovrà essere uniforme e la superficie esterna regolare, di larghezza costante, senza porosità od altri difetti apparenti. Gli elettrodi dovranno essere del tipo rivestito, di qualità e caratteristiche corrispondenti alla UNI 5132.

Nel caso di giunti a sovrapposizione (bicchiere cilindrico o sferico) il numero delle passate per saldature normali di tenuta e resistenza non sarà mai inferiore a 2 per tubi fino a DN 150 e non inferiore a 3 per DN superiori. Il diametro degli elettrodi sarà di norma di 3,25 mm per tubi fino a DN 150; per tubi con DN superiori sarà di 3,25 mm per la prima passata e di 4,00 mm per le successive.

Nelle giunzioni con saldatura di testa, le estremità dei tubi dovranno essere preparate a *lembi retti* o a *lembi smussati*. La preparazione varierà con lo spessore dei tubi.

Per l'esecuzione ed il collaudo delle giunzioni saldate si potrà comunque fare riferimento alle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali, mediante saldatura, dei tubi di acciaio per condotte d'acqua" elaborate dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria (ANDIS).

#### 84.1.5. Giunzioni flangiate

Potranno essere del tipo a *flange libere* con anello d'appoggio saldato a sovrapposizione, del tipo a *flange saldate a sovrapposizione* o del tipo a *flange saldate di testa*.

Le giunzioni a flange, qualunque fosse il tipo prescritto, verranno realizzate con l'interposizione di opportune guarnizioni di tenuta e verranno impiegate, di norma, per il montaggio sulle tubazioni delle apparecchiature di manovra. Le flange dovranno essere del tipo unificato e rispondere alle prescrizioni delle relative norme UNI.

#### 84.1.6. Giunzioni a vite e manicotto

Saranno particolarmente impiegate per diramazioni di piccolo diametro (interrate o esterne) degli acquedotti e delle condotte a gas.

#### 84.1.7. Giunzioni speciali

Potranno essere del tipo *Victaulic*, *Gibault* o altre brevettate per la cui esecuzione si farà riferimento alle particolari prescrizioni fornite dalle Ditte produttrici e dalla Direzione Lavori.

#### 84.1.8. Giunzioni isolanti

Saranno realizzate con l'impiego di appositi pezzi speciali (giunti isolanti), resine e guarnizioni isolanti e potranno essere del tipo a manicotto (di norma per DN  $\leq 2"$ ) e del tipo a flangia (di norma per DN  $\geq 40$ ) ottenuto quest'ultimo interponendo tra flange, dadi, rondelle e bulloni guarnizioni di tenuta e manicotti elettricamente isolanti.

I giunti isolanti dovranno essere idonei alle sollecitazioni cui sarà soggetta la tubazione e saranno inseriti (secondo le disposizioni della Direzione che ne approverà anche il tipo) in punti opportuni delle condotte allo scopo di sezionarle elettricamente e di regolarne le correnti vaganti o di protezione. In ogni caso saranno poi inseriti:

- dove le tubazioni saranno collegate ad altre condotte metalliche da non comprendere nel sistema di protezione o a strutture metalliche a contatto diretto o indiretto con il terreno (stazioni di pompaggio, serbatoi, pozzi, ecc.);
- in corrispondenza di tutte le derivazioni ed utenze metalliche.

I giunti isolanti dovranno essere installati in manufatti edilizi o in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione. Nel caso di giunti interrati, se ammessi, i giunti stessi dovranno essere opportunamente rivestiti ed isolati dall'ambiente esterno.

#### 84.1.9. Protezione dalla corrosione

La protezione dalla corrosione delle condotte interrate o meno potrà essere sia *"passiva"*, ottenuta cioè mediante l'uso di particolari rivestimenti ed accorgimenti esecutivi, sia *"attiva"*, ottenuta mediante l'impiego aggiuntivo di sistemi elettrici o elettro-chimici.

Per una efficace protezione passiva si dovrà provvedere, in linea preliminare, ad un accurato studio e controllo del tracciato delle condotte in modo da evitare, per quanto possibile, terreni con alta corrosività specifica ed inoltre parallelismi ravvicinati ed incroci con ferrovie e tranvie elettrificate a c.c. e con tubazioni protette catodicamente. In secondo luogo, ed in linea esecutiva, si dovrà provvedere ad eliminare ogni soluzione di continuità a diretto contatto con il terreno (saracinesche tipo sottosuolo, staffe, collari, flange, pezzi speciali, gruppi di prova, ecc.). Infine si dovrà provvedere all'installazione di giunti isolanti oltre che nei casi previsti al precedente punto 84.1.8., anche in punti opportuni delle condotte, individuati a mezzo di apposito studio che l'Appaltatore sarà tenuto a predisporre, allo scopo di regolare le correnti vaganti e le eventuali correnti di protezione.

La protezione attiva (catodica) dovrà essere realizzata ogni qualvolta non fossero ritenuti sufficienti i rivestimenti protettivi, anche se di tipo pesante o speciale, per la presenza di correnti vaganti o per la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa. La necessità della protezione catodica e le caratteristiche da assegnare alla stessa, se non diversamente disposto, verranno stabilite in base ad opportuni rilievi ed indagini elettriche, atte ad indirizzare nella scelta del tipo di impianto ed al suo dimensionamento, che l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare, anche a mezzo di ditta specializzata, a propria cura e spese.

## 84.2. TUBAZIONI DI GHISA

### 84.2.0. Generalità

Per la posa delle tubazioni di ghisa si seguiranno le stesse norme generali riportate al precedente punto 84.1. in quanto applicabili.

I tubi potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di ghisa grigia che sferoidale; dovranno rispondere comunque, per l'accettazione, ai requisiti prescritti al punto 46.9.6. del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del tipo con *giunto a vite*, con *giunto a piombo*, (1) con *giunto a flangia*, e con *giunto elastico*, quest'ultimo tipo dovendosi intendere in ogni caso prescritto per le condotte di acqua o di gas.

### 84.2.1. Giunzioni con piombo a freddo (miste)

Saranno realizzate unicamente nelle reti di scarico, e comunque per tubazioni non convoglianti fluidi in pressione, qualora per difficoltà tecniche non fosse possibile eseguire dei giunti a caldo.

### 84.2.2. Giunzioni con piombo a caldo (miste)

Saranno realizzate per le finalità e con le modalità di cui al precedente punto 84.2.1. sostituendo però, alla piattina di piombo, del piombo fuso, colato a caldo e calafatato.

### 84.2.3. Giunzioni flangiate

Adoperate normalmente per il collegamento dei tubi a raccordi ed apparecchi, saranno realizzate mediante unione, con bulloni a vite, di due flange poste all'estremità dei tubi (o raccordi o apparecchi) fra le quali sia stata interposta una guarnizione di piombo in lastra di spessore non inferiore a 5 mm. Le flange potranno essere del tipo fisso o orientabile. Le guarnizioni avranno forma di anello, il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale al corrispondente "collarino" della flangia.

Sarà assolutamente vietato l'impiego di più anelli nello stesso giunto. Qualora pertanto fossero necessari maggiori spessori tra le flange, questi dovranno essere realizzati in ghisa e posti in opera con guarnizioni sui due lati. Guarnizioni di cuoio o di gomma, con interposto doppio strato di tela o di altro materiale idoneo, potranno del pari essere impiegate, comunque su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori e sempre con spessore minimo di 5 mm.

I dadi dei bulloni dovranno essere stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti all'estremità di uno stesso diametro; il serraggio sarà effettuato a mezzo di chiave dinamometrica. Successivamente la rondella di piombo sarà ribattuta energicamente sul perimetro, con adatto calcoio e martello, onde aumentare le caratteristiche di tenuta.

### 84.2.4. Giunzioni elastiche con guarnizione in gomma

Saranno di norma impiegate nelle tubazioni adibite a condotte di acqua e verranno ottenute per compressione di una guarnizione di gomma, inserita in un apposito alloggiamento all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato. Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo interno così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione.

Per l'esecuzione della giunzione, dopo accurata pulizia delle parti, si spalmerà un'apposita pasta lubrificante (da fornirsi a corredo dei tubi) nella sede di alloggiamento della guarnizione, all'interno della guarnizione stessa e nel tratto terminale della canna da imboccare. Si sistemerà quindi l'anello di gomma nel bicchiere dopo di che, marcata sul tubo la profondità di imbocco, si introdurrà lo stesso nella esatta posizione con apposita apparecchiatura di trazione.

La profondità di imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10 mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

### 84.2.5. Giunzioni elastiche con guarnizioni in gomma e controflangia

Saranno di norma impiegate per il collegamento dei raccordi nonché nelle tubazioni adibite al convogliamento di fluidi diversi (acque potabili, per irrigazioni, residue, di mare e gas diversi) e particolarmente in condizioni di elevate pressioni, per condotte di grande diametro, curve a forte deviazione, terreni cedevoli, condotte sottomarine o a forte pendenza.

La giunzione sarà realizzata per mezzo di una apposita controflangia fissata con bulloni la cui estremità, opportunamente sagomata, appoggerà sull'esterno del bicchiere. La tenuta e l'aderenza saranno assicurate dalla compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere, ottenuta con l'incuneamento dell'anello interno della controflangia.

Nel montaggio del giunto, il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con progressione numerica alternata (curando cioè che non vengano serrati di seguito due bulloni adiacenti o comunque compresi in un angolo di 120°) e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio. Tale controllo dovrà essere ripetuto dopo la prova idraulica.

### 84.2.6. Tubazioni GS - Pressioni di esercizio

Le pressioni di esercizio cui potranno essere assoggettate le tubazioni in ghisa sferoidale, in rapporto ai vari diametri nominali, risultano dalla Tabella 85 (serie spessore  $k = 9$ ) riportata di seguito.

I raccordi avendo spessori dimensionati con fattore  $k = 12 \div 14$  potranno essere impiegati alle pressioni corrispondenti dei tubi di pari diametro e classe, di spessore equivalente o inferiore.

Per pressioni di esercizio più elevate di quelle di tabella dovranno essere forniti, se richiesti o prescritti, tubi a spessore maggiorato. Vale la norma:

**UNI ISO 10802** - Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.

### 84.3. TUBAZIONI DI GRÈS

#### 84.3.0. Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto materiali, con tubi di grès (ordinario o ceramico) rispondenti alle caratteristiche di accettazione di cui ai punti 45.1. e 45.2. del presente Capitolato.

La posa sarà di norma effettuata su massetto di conglomerato cementizio magro, rinfiancato così come prescritto al precedente punto 84.0.4. Quando però la tubazione dovesse venire installata in terreni sottoposti al transito di carichi pesanti, il rinfianco sarà allargato, fino a costituire un manto a spessore (312); la misura di tale spessore, che comunque sarà ricavata mediante calcolo, dovrà essere non inferiore a 5 cm.

La posa delle tubazioni orizzontali dovrà essere iniziata dal punto di scarico, collocando i tubi con manicotto verso monte. Gli allacciamenti delle tubazioni secondarie verranno eseguiti mediante pezzi speciali (giunti) con bracci a 45° curando, per quanto possibile, di evitare l'impiego di giunti a due bracci (giunti doppi). In corrispondenza a tali giunti o nei punti di deviazione, ed inoltre ogni 35 + 40 m nelle tubazioni ad andamento rettilineo, dovranno essere predisposti dei pozzetti o delle camerette che permettano l'ispezione e la pulizia della tubazione.

Le giunzioni potranno essere effettuate, in rapporto alle prescrizioni ed alle condizioni di posa, sia in maniera semirigida che in maniera plastica o anche elastica.

#### 84.3.1. Giunzioni semirigide

Verranno realizzate in opera con l'impiego di stoppa o corda di canapa catramata e malta di cemento. La corda dovrà essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca. Verrà avvolta attorno alla testa del tubo e quindi, ad infilaggio avvenuto, ben compressa a stecca e mazzuolo fino a riempire, con eventuali aggiunte di altri giri di materiale, circa 1/3 della profondità del bicchiere.

Tale tipo di giunzione sarà comunque vietato per le tubazioni da collocare in opera fuori terra.

#### 84.3.2. Giunzioni plastiche a caldo

Verranno realizzate in opera, per la sigillatura delle tubazioni con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

L'esecuzione delle giunzioni plastiche a caldo verrà effettuata su tubi perfettamente puliti ed asciutti, previa verniciatura delle estremità da congiungere con lo stesso mastice da impiegare nella giunzione.

Eseguita la giunzione, l'anello verrà mantenuto fino a completo indurimento del materiale colato, proteggendo nello stesso tempo i tubi giuntati da possibili scosse.

#### 84.3.3. Giunzioni plastiche a freddo

Verranno realizzate mediante nastri plastici o mastici spatolati a freddo, con materiali e modalità esecutive rispondenti alle norme DIN 4062. I prodotti dovranno avere consistenza plastico-dura ed essere compatibili con le vernici di pretrattamento che, comunque, dovranno essere applicate.

#### 84.3.4. Giunzioni elastiche

Verranno realizzate con l'interposizione di anelli di gomma naturale o sintetica montati in opportune sedi anulari dei tubi, oppure mediante l'accoppiamento di tubi con giunzioni prefabbricate in stabilimento, attraverso la colatura di resina poliuretana liquida attorno alla punta ed all'interno dei bicchieri dei manufatti (313).

#### 84.3.5. Prove

Ogni tratto di tubazione dovrà essere provato, se non diversamente prescritto, ad una pressione non inferiore a 0,6 bar misurata nel punto più alto e, per le giunzioni poliuretatiche, fino ad una pressione di 1,5 bar. Quest'ultimo valore comunque se espressamente richiesto e per giunzioni non angolate.

**TAB. 85** - Tubi in ghisa sferoidale con giunto a bicchiere ed estremità fiscia. Pressioni ammissibili

DN	Pressione in bar (K9)		
	PFA (309)	PMA (310)	PEA (311)
40	64	77	96
50	64	77	96
60	64	77	96
65	64	77	96
80	64	77	96
100	64	77	96
125	64	77	96
150	64	77	96
200	62	74	79
250	54	65	70
300	49	59	64
350	45	54	59
400	42	51	56
450	40	48	53
500	38	46	51

(309) *Pressione di funzionamento ammissibile (PFA)*: Pressione interna che un componente può sopportare con sicurezza in servizio continuo, escluse le sovrappressioni improvvise (colpo d'ariete).

(310) *Pressione di funzionamento massima ammissibile (PMA)*: Pressione interna massima che un componente in servizio può sopportare con sicurezza, comprese le sovrappressioni improvvise (colpo d'ariete).

(311) *Pressione di prova ammissibile (PEA)*: Massima pressione idrostatica che un componente appena installato può sopportare per un periodo di tempo relativamente breve allo scopo di misurare l'integrità e la tenuta della tubazione, sia nel caso in cui quest'ultima venga fissata sopra al livello del suolo, sia nel caso in cui venga posata sotto terra e ricoperta con materiale di riempimento.

*Questa pressione di prova è differente dalla pressione di prova del sistema (STP), che è correlata alla pressione di progettazione della tubazione ed ha lo scopo di garantirne l'integrità e la tenuta.*

(312) Il manto a spessore dovrà essere realizzato in ogni caso qualora la tubazione dovesse sottopassare altri sistemi di tubazioni riguardanti impianti diversi.

(313) Ove il prezzo non faccia riferimento ad alcun tipo di giunzione, dovrà sempre ritenersi implicitamente prescritta la giunzione elastica.

#### 84.4. TUBAZIONI DI FIBRO-CEMENTO

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di fibro-cemento rispondenti alle norme di cui al punto 52.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà di norma con le stesse modalità e prescrizioni generali di cui al precedente punto 84.3. e al seguente punto 84.5. in quanto applicabili.

#### 84.5. TUBAZIONI DI CEMENTO (SEMPLICE E ARMATO)

##### 84.5.1. Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di cemento rispondenti ai requisiti di accettazione di cui ai punti 52.2. e 53.1. del presente Capitolato. La posa avverrà di norma con le stesse modalità e prescrizioni generali e particolari di cui al precedente punto 84.3. in quanto applicabili.

Le giunzioni dei tubi, oltre che con le modalità descritte al punto 84.3.4., potranno venire realizzate anche in maniera rigida, mediante sigillatura con puro cemento di classe 42,5. Per tale esecuzione sulle testate dei tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso. Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti, e quindi alla stuccatura di finitura con malta plastica dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione.

Salvo diversa prescrizione, nell'impiego delle tubazioni di cemento sarà tassativamente vietato il convogliamento sia delle acque nere che di quelle miste.

##### 84.5.2. Collettori ovoidali

Potranno avere sezione del tipo di quella riportata nella Figura 21; o di tipo diverso in rapporto alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione; inoltre potranno essere realizzati in opera oppure prefabbricati (Fig. 22) e successivamente collocati in opera.

Nel primo caso si curerà il perfetto posizionamento ed allineamento delle casseforme e la migliore esecuzione del getto in modo da assicurare il completo riempimento delle stesse. Nel secondo caso si osserveranno le prescrizioni generali di cui al presente articolo.

In ogni caso la superficie interna dei collettori dovrà risultare perfettamente liscia ed assolutamente priva di rientranze o risalti. Eventuali rivestimenti con fondi e piastrelle di grès ceramico dovranno essere eseguiti dopo la presa dei getti.

Qualora il rivestimento con fondi e piastrelle di grès dovesse riguardare tubi o fognoli ovoidali di cemento prefabbricati, il rivestimento potrà essere eseguito anche in fabbrica, curando comunque che all'atto del collocamento in opera la sigillatura tra i pezzi venga effettuata con leganti antiacidi.

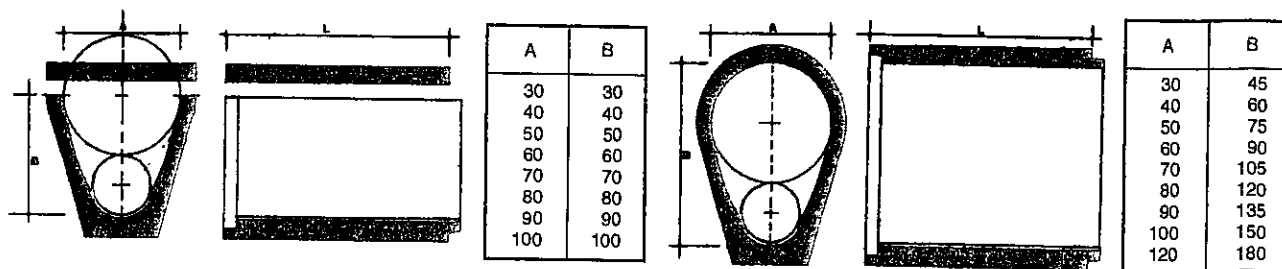
Nei canali ubicati in zone di forte pendenza, al fine di ridurre la velocità delle acque convogliate, si formeranno degli stramazzi nel fondo e dei raccordi in volta e, dove fosse necessaria l'ispezionabilità, dei pozzetti di salto, avendo cura di rivestire stramazzi, raccordi, nonché pareti e fondi dei pozzetti con conci di granito, sienite o altro materiale a basso coefficiente di usura superficiale. Nei pozzetti di salto il collettore dovrà risultare alla stessa quota del fondo del pozzetto, al fine di evitare depositi.

#### 84.6. TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

##### 84.6.0. Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

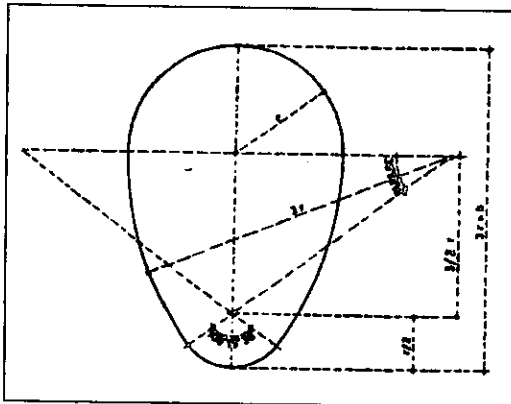
FIG. 22 - Condotti semiovoidali e ovoidali prefabbricati. Dimensioni Indicative



Nel caso di tubazioni interrate, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni.

Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

FIG. 21 - Collettori ovoidali. Sezione classica 2r - 3r



Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

#### 84.6.1. Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo *a bicchiere incollato*, del tipo *a bicchiere incollato e saldato*, del tipo *a manicotto incollato* (e saldato), del tipo *a vite e manicotto* ed infine del tipo *a flangia mobile*.

Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore.

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

#### 84.6.2. Giunzioni elastiche

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificerà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

#### 84.6.3. Prova idraulica per condotte in pressione

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali di cui al precedente punto 84.0.14. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

Riempita la tratta dal punto più depresso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un'atmosfera al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

#### 84.7. TUBAZIONI DI POLIETILENE

Saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.3. del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del tipo a manicotto (semplice o doppio), del tipo a flange metalliche e, infine, del tipo a polifusione.

Il giunto a flange metalliche verrà realizzato in maniera consimile al corrispondente giunto dei tubi in PVC con la differenza che le estremità dei tubi saranno sottoposte a cartellatura. Il giunto verrà impiegato per tubi di medio e grande diametro e per pressioni di un certo rilievo.

Il giunto per polifusione verrà eseguito scaldando con opportuna attrezzatura a maschio e femmina i due elementi da unire, a temperatura idonea (e prescritta dallo stabilimento produttore), portando quindi a rapido contatto tubo e bicchiere e lasciando infine raffreddare lentamente. L'esecuzione del giunto in opera sarà preceduta da prove di idoneità eseguite su campioni, prove i cui risultati dovranno fornire resistenze non inferiori a quelle dei tubi.

### Art. 85

#### MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI

##### 85.1. POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI

###### 85.1.1. Pozzetti di ispezione

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni, sul tipo della Fig. 23, o in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento (armato o meno, secondo prescrizione) ed avranno in ogni caso sezione non inferiore a 0,70 x 1,00 m (con la maggiore dimensione in asse con la canalizzazione) e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se realizzati in opera).



I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno altresì essere collocati lungo l'asse delle canalizzazioni di modo che la reciproca distanza non risulti comunque superiore a 30 m (315).

### 85.1.2. Pozzetti di salto

In presenza di pendenze naturali rilevanti (zone di montagna, collina e alta pianura) allo scopo di conservare nei condotti velocità inferiori al valore che determina l'erosione delle pareti, e comunque non superiori al valore di 2,50 m/sec, dovranno essere inseriti negli stessi dei "salti di fondo" ispezionabili, definiti anche "pozzetti di salto", che distruggano l'energia esuberante. Del pari gli stessi manufatti potranno essere realizzati ove occorresse posizionare gli sbocchi dei condotti ad una quota più elevata rispetto a quella del collettore principale.

Nella tecnologia corrente i pozzetti di salto potranno essere del tipo con canna obliqua a 45°, con canna verticale a 90° o con scivolo, quest'ultimo tipo dovendosi ritenere di norma indicato per diametri dei condotti superiori a 50 cm ed in generale per i condotti di tipo semiovoidale od ovoidale.

Altezze di salto fino a 30 cm, e per i condotti minori fino a 50 cm, verranno comunque assorbite da normali pozzetti di ispezione. Si darà luogo invece alla realizzazione dei salti di fondo, nei tipi descritti o similari, per altezze da 0,50 a 2,00 m. Per altezze superiori potrà ricorrersi a scivoli successivi, a manufatti a scala, a pozzi di caduta (con o senza mensole frangigetto) o ad altri tipi di manufatti conformemente alle prescrizioni di progetto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Il numero dei salti di fondo dovrà in ogni caso essere limitato. Ove il loro inserimento risultasse però indispensabile (sulla base di quanto in precedenza indicato), la distanza ottimale tra gli stessi dovrà essere determinata, oltre che per considerazioni tecniche di impianto, sulla base anche della minimizzazione dei costi complessivi.

### 85.1.3. Pozzetti di lavaggio

Potranno essere di testa o intermedi (a lavaggio laterale). I primi saranno posti all'inizio di ciascuna fogna nera elementare ed anche nelle fogne principali prive di affluenti nel tratto iniziale; i secondi lungo i percorsi delle fogne eccessivamente lunghe e di scarsa pendenza (316).

Nella forma più semplice i pozzetti saranno realizzati a doppia camera di cui la prima (di dimensioni non inferiori a 0,70 x 1,00 m) costituirà ispezione del condotto fognante (tratto iniziale o intermedio che sia) e la seconda costituirà vasca di raccolta dell'acqua di lavaggio e conterrà il dispositivo di sifonaggio automatico.

Entrambi le camere dovranno essere ispezionabili attraverso idonei chiusini ed accessibili mediante scalette a pioli con gradini in acciaio zincato. La vasca avrà una capacità utile non inferiore a 0,5 m<sup>3</sup> e sarà rivestita con intonaco cementizio retinato, salvo diversa disposizione.

### 85.1.4. Pozzetti di scarico

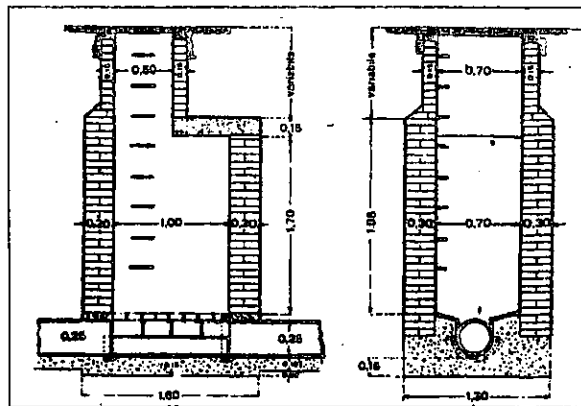
Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincato e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20 ± 30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45 x 45 x 75 cm se privi di sifone e non inferiori a 45 x 60 x 75 cm se sifonati. Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio. I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

FIG. 23 - Pozzetto di ispezione in muratura di mattoni pieni. Tipo (314)



(314) Il fondo a canale dei pozzetti di ispezione e di raccordo si rivestirà per le fogne nere, con tubi diritti a canale, giunti a canale e curve a canale di grès; le banchine piane si rivestiranno invece con semplici mattonelle di grès ceramico.

(315) La limitazione di 30 m nella distanza massima tra due pozzetti di ispezione è riferita più propriamente alle fogne di sezione medio-piccola, nelle quali ci solito scorre una modesta portata. Per canali in cui fosse prevista una portata continua notevole, la distanza massima potrà anche essere maggiore e, ove non particolarmente stabilita in progetto, verrà fissata dalla Direzione Lavori.

(316) Dovrà comunque essere tenuto presente che l'effetto di una cacciata di acqua del sifone automatico non si risente oltre una distanza di 250 ± 300 m.

Art. 86  
**OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE**  
**OPERE IN VERDE - CONSOLIDAMENTI**

86.1. CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

In sostituzione delle canalette in zolle erbose, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera, lungo le scarpate, di canalette costituite da elementi prefabbricati, aventi di norma le misure di 50 x 50 x 20 cm, prodotti con macchinario a vibrocompressione, in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, e stagionati almeno 28 giorni prima della posa in opera. Il peso dovrà risultare non inferiore a 35 kg.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. Gli elementi saranno posti in opera iniziando dal basso verso l'alto e saranno posizionati in cassonetto sagomato, appositamente predisposto con scavo. Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ove non esistesse un ancoraggio in muratura, verranno infissi nel terreno due paletti di castagno; analoghi ancoraggi saranno predisposti lungo le scarpate ed in numero sufficiente ad impedire lo slittamento delle canalette.

La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà essere raccordata alla pavimentazione medianestrato di conglomerato bituminoso ed agli arginelli mediante invito in conglomerato cementizio.

86.2. MANTELLATE DI RIVESTIMENTO

86.2.1. Mantellata in lastre

Sarà costituita mediante le lastre cementizie di cui al punto 53.2.3. del presente Capitolato, di dimensioni 25 x 50 x 5 cm, affiancate in modo da aversi giunti ricorrenti aperti verso l'alto per l'inserimento dell'armatura metallica.

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, da realizzarsi questi ultimi ogni 5,00 m, trasversalmente al rivestimento, e da sigillare con appropriato materiale bituminoso.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

86.2.2. Mantellata in grigliato articolato

Sarà composta di elementi componibili, prefabbricati in calcestruzzo vibrato, per le caratteristiche dei quali si rimanda al punto 53.2.4. del presente Capitolato.

La posa in opera sarà realizzata previa regolarizzazione della superficie di posa e con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale.

86.3. LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale sarà stabilita di volta in volta che le relative superfici saranno pronte per la sistemazione a verde. L'Appaltatore dovrà provvedere innanzi tutto a riprendere con terreno agrario le eventuali erosioni determinatesi, curando che non vengano modificati i piani inclinati degli scavi e dei rilevati, piani che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e con cigli ben profilati.

86.3.1. Lavorazione del terreno e concimazione

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore dovrà eseguire un'accurata preparazione e lavorazione del terreno. Sulle scarpate di rilevato, questa avrà il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però superficialmente. 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 e gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

In occasione del lavoro di erpicatura e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Appaltatore effettuerà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei quantitativi di cui alla tabella accanto.

CONCIMI	TITOLO MEDIO	kg/ha
Fosfatici	18%	800
Azotati	18%	400
Potassici	40%	300

Oltre alla concimazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi, in modo che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura risulti, ad ultimazione dei lavori ed alla data del collaudo, a densità uniforme e senza spazi vuoti o radure. La composizione delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni da trattare, sarà specificata dalla Direzione Lavori con ordine di servizio.

86.3.2. Piantamento

Per la piantagione delle talee o delle piantine l'Appaltatore sarà libero 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 piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito. La piantagione verrà effettuata a quinconce, a file parallele al ciglio della strada.

Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- *Piante a portamento erbaceo o strisciante:* 25 cm (*Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycium*, *Lonicera semper virens*, *Stachys lanata*);
- *Piante a portamento arbustivo:* 50 cm (*Crataegus pyracanta*, *Cytisus scoparius*, *Eucaliptus sp. pl.*, *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*).

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto l'Appaltatore riceverà un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nelle singole zone. L'impianto delle piante erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina o attrezzo. Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo l'Appaltatore avrà invece cura di operare in ampie buche preventivamente preparate.

L'Appaltatore dovrà approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in modo da evitare fermentazioni o essiccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine dovranno presentarsi, al momento dell'impianto, in stato di completa freschezza e vitalità.

### 86.3.3. Semine

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione a suo insindacabile giudizio, 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.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ogni ettaro di superficie di scarpata sarà 120 kg; all'atto della semina l'Appaltatore dovrà effettuare la somministrazione dei concimi potassici o fosfatici nei quantitativi previsti; i concimi azotati dovranno invece venire somministrati a germinazione avvenuta.

I miscugli di sementi da impiegarsi nei vari tratti da inerbire risultano dalla Tab. 86. Il tipo di miscuglio da impiegare sarà stabilito dalla Direzione Lavori con ordine di servizio. L'Appaltatore sarà libero di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina in caso di non perfetta germinazione.

TAB. 86 - Seminagioni di scarpate. Tipi di miscuglio

S P E C I E	Terreni calcarei sciolti	Terreni di medio impasto fertili	Terreni di medio impasto argillo-silicei-fertili	Terreni pesanti argillosi freschi	Terreni di medio impasto clima caldo-secco
	1°	2°	3°	4°	5°
	chilogrammi/ettaro				
<i>Lolium italicum</i>	-	23	14	30	-
<i>Lolium perenne</i>	30	-	-	-	20
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	25	14	12	-
<i>Dactylis glomerata</i>	7	5	3	-	-
<i>Trisetum flavescens</i>	-	-	28	20	-
<i>Festuca pratensis</i>	-	-	9	6	-
<i>Festuca rubra</i>	10	7	-	-	-
<i>Festuca ovina</i>	-	-	-	6	-
<i>Festuca heterophylla</i>	-	-	-	-	6
<i>Phleum pratense</i>	-	7	7	12	9
<i>Alopecurus pratensis</i>	-	12	11	16	-
<i>Cynosurus cristatus</i>	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	3	23	18	4	3
<i>Agrostis alba</i>	-	6	4	4	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	-
<i>Bromus erectus</i>	-	-	-	-	1
<i>Bromus inermis</i>	40	-	-	-	15
<i>Trifolium pratense</i>	8	5	6	4	12
<i>Trifolium repens</i>	-	7	4	-	-
<i>Trifolium hybridum</i>	-	-	-	6	-
<i>Medicago lupulina</i>	3	-	-	-	-
<i>Onobrychis sativa</i>	-	-	-	-	6
<i>Anthyllis vulneraria</i>	10	-	2	-	40
<i>Lotus corniculatus</i>	6	-	2	6	3
Totale kg.	120	120	120	120	120

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina, così come a germinazione avvenuta, il terreno dovrà essere battuto con il rovescio della pala.

### 86.3.4. Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee

Nei tratti di scarpata con terreni di facile erodibilità la Direzione Lavori potrà ordinare, anche se fossero già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, la seminazione di un particolare miscuglio da prato, con funzione preparatoria e miglioratrice del terreno e ad un tempo di rinsaldamento contro l'erosione delle acque. In questo caso le specie componenti il miscuglio e le rispettive quantità saranno le seguenti: *Trifolium pratense* 25 kg/ha; *Trifolium hybridum* 12 kg/ha; *Trifolium repens* 25 kg/ha; *Medicago lupulina* 12 kg/ha; *Lotus corniculatus* 26 kg/ha.

### 86.3.5. Semine mediante attrezzature a spruzzo

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante semine eseguite con particolari attrezzature a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione. Il sistema potrà essere impiegato in tre modi differenti e precisamente:

- a) - impiego di miscuglio come da prescrizione, concime granulare ed acqua;  
 b) - impiego di miscuglio come in a) ma con l'aggiunta di collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;  
 c) - impiego di miscuglio come in a) e successivo spandimento di paglia.

I quantitativi di concimi e di sementi saranno gli stessi previsti ai precedenti punti 86.3.1. e 86.3.3. con l'aggiunta per il caso b), di scarto di cellulosa e bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate. In particolari settori, se ordinato dalla Direzione, alla semina effettuata come in a) seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine che consentano anche la spruzzatura di emulsione bituminosa. La paglia sarà impiegata nel quantitativo di 5 t/ha mentre l'emulsione, con funzione di collante, sarà nel quantitativo di 1,2 t/ha.

#### 86.3.6. Rivestimento in zolle erbose

Nel caso di rivestimento con zolle erbose di vecchio prato polifita stabile, le zolle saranno ritagliate in formelle di forma quadrata, di dimensioni medie di 25 x 25 cm, saranno disposti a file con giunti sfalsati tra file contigue, e dovranno risultare assestate perfettamente senza alcuna soluzione di continuità. Il piano di impostazione dovrà essere preventivamente e debitamente costipato e spianato secondo l'inclinazione delle scarpate.

Per scarpate di sviluppo superiore a 2,50 m, l'Appaltatore dovrà realizzare, ogni 2,00 m di sviluppo, delle strutture di ancoraggio a prevenzione di eventuali scivolamenti in fase di radicamento. Tali strutture avranno la forma di graticciate e saranno costruite con paletti di castagno, del diametro minimo di 4 cm, infissi saldamente nel terreno per una profondità di 40 cm e sporgenti dallo stesso per 10 cm, posti alla distanza di 25 cm ed intrecciati per la parte sporgente fuori terra con verghe di castagno, nocciolo, carpino, gelso, ecc., con esclusione del salice e del pioppo.

#### 86.3.7. Serrette in fascine verdi

Dovranno essere formate con fascine di virgulti di salice, tamerice, pioppo e simili, con diametro di 25 mm e lunghezza di 1,00 m. I paletti di castagno senza corteccia, a testa piana nella parte superiore ed a punta conica in quella inferiore, avranno un diametro medio di 70 mm ed una lunghezza di 1,10 m.

Il fissaggio delle fascine ai paletti sarà eseguito con filo di ferro ricotto e zincato e cambrette zincate a punta tonda. Le serrette saranno formate disponendo le fascine in cordoli (le punte a monte), a piani sovrapposti e con rientranza di 20 cm per ogni cordolo, fissati mediante legatura in croce di filo di ferro in testa ai paletti e con rinverdimento di talee di salice, pioppo, tamerice, ecc. (15 talee/m<sup>2</sup>) da risarcire fino a completo attecchimento.

#### 86.3.8. Graticci in fascine verdi

Saranno eseguiti impiegando gli stessi materiali delle serrette e mediante terrazzamento del terreno, per una larghezza terrazzata di 1,20 m, con pendenza contropoggio.

I paletti saranno infissi nel terreno per una profondità di 60 cm, alla reciproca distanza di 0,50 m, con legature in testa in croce di filo di ferro zincato fissato a mezzo di idonee cambrette; i cordoli di fascine, alti circa 50 cm fuori terra, saranno disposti con le punte verso monte.

Subito a monte, e nella massa di fascine miste a terra, dovrà ottenersi un ulteriore rinverdimento con talee di salice, ecc. da risarcire fino a completo attecchimento.

#### 86.3.9. Vimate

Nei tratti di scarpate con terreno di natura argillosa o soggetto a facili smottamenti, l'Appaltatore dovrà effettuare l'impianto di talee di *Hedera helix* o di *Lonicera semper virens*, secondo le norme precedentemente previste e provvedendo inoltre ad effettuare l'impianto di graticciate verdi per temporaneo consolidamento. La graticciata risulterà formata da cordone unico, continuo, e risulterà inclinata rispetto all'orizzontale di circa 25° ÷ 30°; la distanza fra le cordonate sarà di 120 cm salvo diversa indicazione.

La graticciata in particolare sarà formata con i seguenti materiali:

- a) - *Paletti di castagno*: della lunghezza minima di 75 cm e con diametro in punta di 6 cm, verranno infissi nel terreno per 60 cm e disposti a 2,00 m di interasse.  
 b) - *Paletti di salice*: della lunghezza minima di 45 cm e con diametro in punta di 4 cm, verranno infissi nel terreno per 30 cm e disposti a 0,50 m di interasse tra un paletto di castagno e l'altro.  
 c) - *Talee di salice*: della lunghezza media di 40 cm e con diametro di 2 cm, verranno infisse nel terreno per 25 cm e disposte su due file, nel numero di 6 per ogni 50 cm di cordonata rispettivamente fra un paletto di castagno ed uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, tra fila e fila, di 10 cm.  
 d) - *Verghe di salice*: della lunghezza massima possibile e con diametro massimo di 2 cm alla base, verranno intrecciate tra le talee di salice ed i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticcio con camera interna.

La graticciata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto di 10 x 10 cm lungo la cordonata. L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di 25 cm di altezza, di cui 10 cm entro terra. L'Appaltatore dovrà quindi effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nel contempo, la terra all'interno dei due intrecci.

Le vimate potranno anche essere costituite, se prescritto, da un solo intreccio. In tal caso i paletti di castagno saranno infissi con interasse di 1,00 m mentre l'altro materiale sarà sistemato ed intrecciato come nel caso delle vimate doppie.

#### 86.3.10. Rimboschimento

Sarà realizzato nei tratti previsti in progetto o comunque prescritti dalla Direzione Lavori e verrà attuato con impiego di sementi di specie forestali quali *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus glandulosa*, *Ulmus campestris*, *Coryllus avellana*, *Sorbus* sp. pl., ecc.

Le alberature dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguite previa preparazione di buche delle dimensioni minime di 80 x 80 cm, riempite di buona terra, se del caso drenate, ed opportunamente concimate. Le piante verranno affidate a robusti tutori ai quali saranno legate con raffia.

#### 86.3.11. Cure colturali

Dal momento della consegna l'Appaltatore dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle da prato. L'operazione dovrà essere ripetuta ogni qualvolta l'erba stessa dovesse raggiungere un'altezza di 35 cm.

Dopo eseguito l'impianto, e fino al collaudo definitivo delle opere, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come innaffiamenti (anche con trasporto di acqua), sostituzioni di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

#### 86.3.12. Pulizia del piano viabile

Al termine di ogni operazione di impianto o manutentoria, il piano viabile dovrà risultare assolutamente sgombro da rifiuti, erbe, terra, ecc. Occorrendo si darà luogo pertanto a scopature, spazzolature e lavaggi, specie con particolare riguardo per la segnaletica orizzontale.

#### 86.4. PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile, con piani di sfaldamento fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica; debitamente ancorata, atta a trattenere la caduta di pietre.

La rete metallica, che dovrà avere le caratteristiche prescritte, sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia mediante cambrette in filo di ferro zincato di 15 cm di lunghezza minima, affogate in cemento, in fori del tipo da mina scavati in senso ortogonale alla falda ed allestiti alla reciproca distanza di 1,00 m, secondo le linee di massima pendenza, e rispettivamente secondo l'altezza del rotolo di rete. L'Appaltatore avrà cura di allestire i fori, e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente cospicui; in difetto si renderà responsabile di eventuali danni e sarà tenuto a ripristinare, con perfetta efficienza, i punti di ancoraggio che si rivelassero inefficienti.

Alla sommità della scarpata la rete dovrà risultare ancorata alla roccia, per tutta l'ampiezza, mediante cordolo in conglomerato cementizio a 250 kg/m<sup>3</sup>, gettato in opera, della sezione minima di 25 x 50 cm, previo denudamento della roccia dalle sostanze terrose o dai detriti di scavo. Nel caso di scarpate profilate a gradoni, i cordoli di ancoraggio potranno essere prescritti anche in corrispondenza di ciascun gradone (sul ciglio o nella parte interna); in questo caso la sezione minima sarà di 20 x 30 cm.

#### 86.5. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata. Questa dovrà essere conformata a gradoni le cui alzate saranno inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi; al piede delle pareti subverticali; dovrà essere realizzata una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali (di norma della larghezza di 51 mm, composte di filo n. 4 a doppia torsione); il fissaggio avverrà a mezzo di staffe di ferro del diametro di 10 mm e di lunghezza non inferiore a 40 cm, preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interasse non superiore a 50 cm. Durante la stesa l'Appaltatore dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza dei necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 6 mm.

Successivamente, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, dosata a 400 kg/m<sup>3</sup>, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano, per uno spessore reso che in alcun punto dovrà essere inferiore a 3 cm.

#### 86.6. CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE

Intervento che modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e idrauliche (permeabilità) del terreno attraverso l'immissione a bassa pressione di adeguate miscele effettuata da tubi in acciaio, o vetroresina, o pvc volati e cementati in appositi fori di piccolo diametro, potrà essere attuato, qualora ordinato dalla Direzione Lavori, in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedano iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.

In linea generale il consolidamento potrà essere effettuato mediante iniezioni di miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche che saranno stabilite dalla Direzione Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità, natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I trattamenti potranno essere di *impregnazione* quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterarne le dimensioni, oppure di *ricomprensione*, in terreni a bassa permeabilità, sì da formare ramificazioni o bulbi concentrati con miscele non penetrabili nel mezzo.

Le iniezioni serviranno a conferire al terreno elevati valori di resistenza, oppure a renderlo impermeabile o per entrambi gli effetti. Saranno iniettabili, oltre alle grandi cavità:

- tutti i tipi di terreno alluvionale o detritico fino ad un certo limite inferiore di permeabilità (dalle ghiaie ai limi sabbiosi);
- le fessure nelle rocce (da carsiche a microfessurate).

Nel caso di preconsolidamento di scavi in galleria in terreni incoerenti, le iniezioni saranno proiettate in avanzamento a partire dal fronte con raggiere coniche di fori suborizzontali distribuite in modo da ottenere un arco di terreno trattato con un dato spessore minimo a partire dall'estradosso della costruenda calotta. In altri casi i fori del trattamento saranno radiali rispetto alla sezione di scavo ed eseguiti da un cunicolo di preavanzamento.

#### 86.6.1. Tecnica

La tecnica di iniezione, definita la geometria del trattamento, consisterà nell'eseguire delle perforazioni a rotazione o a percussione (65 + 130 mm) dove verranno inseriti dei tubi valvolati protetti da guaina e successivamente iniettati. Durante l'iniezione si verificherà la rottura della guaina ed il passaggio della miscela stabilita.

I parametri di regolazione del trattamento sono: volume della miscela in rapporto al volume di terreno da trattare; portata; pressione.

La pressione sopportabile dai tubi di iniezione sarà rapportata alle caratteristiche di resistenza dei materiali costituenti: pvc, vetroresina ed acciaio. I tubi in vetroresina avranno una resistenza minima allo scoppio di 100 bar; quelli in acciaio saranno del tipo 5235 senza saldatura longitudinale.

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento o consolidamento con tubi valvolati sarà documentata mediante compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda con le seguenti registrazioni:

- 1) data di esecuzione ed ubicazione del campo di trattamento;
- 2) identificazione di ciascun tubo;
- 3) per ciascun tubo, numero d'ordine e posizione delle valvole di iniezione;
- 4) per ciascuna valvola, caratteristiche e composizione della miscela iniettata e valori dei seguenti parametri di iniezione assegnati in progetto:
  - volume massimo  $V_{max}$  (litri);
  - portata  $q = cost$  (litri/min);
  - eventuale pressione massima  $p_{max}$  (bar);
- 5) sempre per ciascuna valvola e in relazione ai diversi tipi di comportamento del terreno, valori registrati in fase di iniezione:
  - pressione iniziale di rottura della valvola  $p_0$  (bar);
  - pressione al termine dell'iniezione  $p_{fim}$ ,  $p_{creach}$ ,  $p_{rif}$  (bar);
  - assorbimento di miscela  $v_{in}$  (litri);
  - tempo di iniezione  $t$  (min).

Prima di dare inizio all'esecuzione sistematica dei trattamenti dovranno essere effettuati, a totale cura e spese dell'Appaltatore, i seguenti tipi di prove e controlli:

- determinazione delle caratteristiche geomeccaniche del terreno;
- messa a punto del sistema ed esecuzione di un campo prova.

Nel corso delle operazioni di iniezione l'Appaltatore dovrà prelevare, sempre a sua totale cura e spese, un campione della miscela di iniezione almeno ogni cinque tubi. Sul campione si determineranno: peso specifico mediante apposita bilancia; decantazione (bleeding) mediante buretta graduata del diametro di 30 mm (317). Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti e alle preventive richieste della Direzione Lavori.

### Art. 87

#### SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque, i tratti del corpo stradale correnti lungo il litorale marino o nelle zone golenali dei corsi d'acqua o in fregio a questi, potranno essere costruite scogliere costituite da massi naturali oppure da massi artificiali.

~~I massi di pietra naturale per gettate o scogliere dovranno avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento o crinature da gelo. La Direzione Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività, alla salsedine marina, ecc., in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.~~

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) - *Pietrame in scapolii* del peso singolo compreso tra 5 e 50 kg, per l'intasamento delle scogliere;
- b) - *Massi naturali di 1ª categoria* del peso singolo compreso fra 51 e 1.000 kg;
- c) - *Massi naturali di 2ª categoria* del peso singolo compreso fra 1.001 e 3.000 kg;
- d) - *Massi naturali di 3ª categoria* del peso singolo compreso tra 3.001 e 7.000 kg.

L'Appaltatore dovrà impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

Le scogliere dovranno essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite nel progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fisserà il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

(317) Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm<sup>3</sup> il peso specifico del cemento e 2,65 g/cm<sup>3</sup> quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione.

Se la costruzione della scogliera dovesse essere eseguita con massi artificiali, questi verranno formati sul posto di impiego ogni qualvolta ciò fosse possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.

I massi artificiali devono essere di calcestruzzo cementizio, formato con i materiali e con il dosaggio stabiliti nell'Elenco Prezzi. La confezione dei massi dovrà essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non potranno essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquistato il grado di resistenza necessario per non danneggiarsi durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

## Art. 88 SEGNALETICA STRADALE

### 88.0. GENERALITÀ

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada" (318) ed inoltre delle norme particolari diffuse con il decreto ministeriale riportato al punto 58.5. del presente Capitolato. La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno ..... mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

### 88.1. SEGNALETICA VERTICALE

Sarà costituita da cartelli triangolari di *pericolo* (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di *prescrizione* (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di *indicazione*. I cartelli saranno realizzati in lamiera di acciaio o in lamiera di alluminio (semicrudo, puro al 99 %) secondo prescrizione; nel primo caso avranno spessore non inferiore a 10/10 di mm (12/10 nel caso di dimensione minima libera superiore a 1,20 m), nel secondo caso avranno spessore non inferiore a 25/10 di mm (30/10 nel caso corrispondente).

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali dovessero superare la superficie di 1,25 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora poi i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata, quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione; la lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo, quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti. Il retro e la scatola dei cartelli verrà finito in colore grigio neutro.

La pellicola retroriflettente, avente le caratteristiche di cui al punto 58.6. del presente Capitolato, dovrà costituire, nel caso della segnaletica di pericolo e di prescrizione, un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico" (319); nel caso invece della segnaletica di indicazione, la pellicola potrà venire applicata a più strati in sovrapposizione, ma comunque tutta la superficie dovrà essere riflettorizzata (sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni). In ogni caso quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, fossero di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico l'attrezzatura per la stampa, essi potranno venire richiesti nel tipo "a pezzo unico".

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Queste ultime potranno essere richieste anche nel tipo "ad alta risposta luminosa" (320).

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o 60 o Ø 90) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato di spessore non inferiore a 3 mm nonché da bulloni zincati e relativi dadi. I sostegni saranno trattati previa fosfatizzazione del grezzo, con vernici di fondo antiruggine e strato di finitura termoidurente di colore grigio neutro.

La posa dei sostegni sulle banchine dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm. L'altezza di posa dei segnali dovrà essere compresa tra 1,60 ÷ 2,00 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale; ove comunque speciali motivi di visibilità non dovessero consigliare altrimenti, tale altezza dovrà essere di 1,80 m.

(318) In particolare v. il paragrafo 3 (art. 77 ÷ 136) per ciò che concerne la segnaletica verticale ed il paragrafo 4 (art. 137 ÷ 155) per quella orizzontale.

(319) Con questa denominazione si intende definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisce l'inalterabilità della stampa.

(320) L'impiego di tali pellicole è obbligatorio nei segnali di precedenza, di divieto di sorpasso nonché per quelli di preavviso e di direzione (v. art. 79 R.E.C.S.).

## 88.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo, nella misura di 1,00 kg di vernice per ogni 1,20 m<sup>2</sup> di superficie. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare.

Il prezzo della posa comprenderà, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

## 88.3. PARACARRI - INDICATORI CHILOMETRICI - TERMINI DI CONFINE

Saranno della forma e delle dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, o specificate nell'Elenco Prezzi, e saranno posti in opera secondo le particolari disposizioni della Direzione Lavori.

### Art. 89

## LAVORI DI VERNICIATURA

### 89.0. GENERALITÀ

#### 89.0.1. Materiali - Terminologia - Preparazione delle superfici

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori in argomento dovranno corrispondere alle caratteristiche riportate all'art. 50 del presente Capitolato ed a quanto più in particolare potrà specificare l'Elenco Prezzi o prescrivere la Direzione Lavori. Per la terminologia si farà riferimento al "Glossario delle Vernici" di cui al Manuale Unichim 26. Resta comunque inteso che con il termine di "verniciatura" si dovrà intendere il trattamento sia con vernici vere e proprie che con pitture e smalti.

Qualunque operazione di tinteggiatura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superfici e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciate con le modalità ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse ed untuose, da ossidazione, ruggine, scorie, calamina, ecc.; speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici trasparenti.

#### 89.0.2. Colori - Campionatura - Mani di verniciatura

La scelta dei colori è demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della stessa Direzione.

Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero. Lo spessore delle varie mani dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti (321) e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati, verranno verbalizzati in contraddittorio.

Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non sia prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempreché la mano precedente risulti perfettamente essiccata (322). Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere il trattamento di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

#### 89.0.3. Preparazione dei prodotti

La miscelazione dei prodotti monocomponenti con i diluenti e dei bicomponenti con l'indurente ed il relativo diluente dovrà avvenire nei rapporti indicati dalla scheda tecnica del fornitore della pittura. Per i prodotti a due componenti sarà necessario controllare che l'impiego della miscela avvenga nei limiti di tempo previsti alla voce "pot-life".

#### 89.0.4. Umidità e alcalinità delle superfici

Le opere ed i manufatti da sottoporre a trattamento di verniciatura dovranno essere asciutti sia in superficie che in profondità; il tenore di umidità, in ambiente al 65% di U.R., non dovrà superare il 3% o il 2%, rispettivamente per l'intonaco di calce o di cemento (o calcestruzzo); per il legno il 15% (riferito a legno secco).

Dovrà accertarsi ancora che il grado di alcalinità residua dei supporti sia a bassissima percentuale (323), viceversa si dovrà ricorrere all'uso di idonei prodotti onde rendere neutri i supporti stessi o a prodotti vernicianti particolarmente resistenti agli alcali.

#### 89.0.5. Protezioni e precauzioni

Le operazioni di verniciatura non dovranno venire eseguite, di norma, con temperature inferiori a 5 °C o con U.R. superiore all'85% (per pitture monocomponenti, a filmazione fisica) e con temperature inferiori a 10 °C ed U.R. superiore all'80% (per pitture bicomponenti, a filmazione chimica). La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40 °C, mentre la temperatura delle superfici dovrà sempre essere compresa fra 5 e 50 °C. L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'adozione di particolari ripari, le stesse operazioni

(321) Calibri Rossmann per la misura degli strati umidi e secchi (su metalli non ferrosi, legno, intonaci, conglomerati e simili) ed elcometri "Pull-off" o a variazione di flusso magnetico per la misura degli strati secchi su metalli ferrosi.

(322) L'ultima notazione non ha carattere generale; per alcuni prodotti ed in particolare per quelli catalizzati bicomponenti a solvente, tra una mano e l'altra bisognerà non oltrepassare il limite di tempo fissato dal produttore (di norma 48 ore). Nel caso che tra le mani di fondo e quelle di finitura fosse necessario interrompere il ciclo, la pittura di fondo dovrà essere del tipo monocomponente.

(323) L'accertamento del grado di alcalinità verrà effettuato, previa scalfitura delle superfici e inumidimento con acqua distillata, con una soluzione di fenolfaleina all'1% mediante tamponamento. La comparsa di colorazione violetta e la tonalità della stessa saranno indice del grado di alcalinità.



saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso o in presenza di vento. In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni altra causa che possa costituire origine di danni o di degradazioni in genere.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, ecc. sulle opere già eseguite, restando a carico dello stesso ogni lavoro e provvedimento necessario per l'eliminazione degli imbrattamenti, dei degradamenti, nonché degli eventuali danni apportati.

#### 89.0.6. **Obblighi e responsabilità dell'Appaltatore**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di modificare, in qualsiasi momento, le modalità esecutive delle varie lavorazioni; in questo caso il prezzo del lavoro subirà unicamente le variazioni corrispondenti alle modifiche introdotte, con esclusione di qualsiasi extracompenso.

La stessa Direzione avrà altresì la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore. Questo dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

#### 89.0.7. **Disposizioni legislative**

Nei lavori di verniciatura dovranno essere osservate le disposizioni antinfortunistiche di cui alle Leggi 19 luglio 1961, n. 706, e 5 marzo 1963, n. 245.

### 89.1. **SUPPORTI DI INTONACO E CALCESTRUZZO - TINTEGGIATURE E PITTURAZIONI**

#### 89.1.0. **Preparazione delle superfici**

Le superfici da sottoporre a trattamenti di tinteggiatura e pitturazione, fermo restando quanto prescritto al punto 89.0.3., dovranno essere ultimate da non meno di 2 mesi; eventuali alcalinità residue potranno essere trattate con opportune soluzioni acide neutralizzanti date a pennello e successive spazzolature a distanza non inferiore a 24 ore. Le superfici dovranno essere portate a perfetto grado di uniformità e regolarità.

#### 89.1.1. **Tinteggiatura a base di silicati**

La pittura a base di silicati sarà composta da silicati di potassio o di sodio liquidi, diluiti con acqua nel rapporto di 1:2 e da colori minerali in polvere ed ossido di zinco, premiscelati ed impastati con acqua nelle tonalità di tinta richieste (324); il tutto setacciato allo staccio 0,355 UNI 2331.

Le pareti da tinteggiare dovranno presentare umidità non superiore al 14%. Le pareti intonacate con malta di calce saranno preventivamente trattate con una soluzione di acqua, latte (non acido) e grassello di calce nel rapporto, in peso, di 2:7:1. Le superfici cementizie saranno lavate con una soluzione al 5% di acido cloridrico in acqua, quelle in muratura con pari soluzione di acido solforico.

Le mani di tinta dovranno essere applicate con pennelli frequentemente lavati, non prima di 24 ore dai trattamenti preliminari; le mani saranno due o anche più, secondo quanto necessario in rapporto all'assorbimento dell'intonaco.

#### 89.1.2. **Tinteggiatura con pittura cementizia**

Sarà applicata di norma almeno a tre mani, date sempre a pennello, delle quali la prima, molto diluita, anche di solo cemento bianco. Durante l'applicazione, e successivamente in fase di asciugamento, dovrà curarsi che le superfici siano protette dal sole nonché da una eccessiva ventilazione.

#### 89.1.3. **Tinteggiatura con idropitture**

Sia su intonaco nuovo che su vecchio la tinteggiatura sarà di norma preceduta, se non diversamente prescritto, da una mano di imprimitura data a pennello e costituita, in genere, dalla stessa resina legante in emulsione con la quale è formulata l'idropittura. Il prodotto dovrà ben penetrare nella superficie di applicazione allo scopo di uniformare gli assorbimenti e fornire inoltre un valido ancoraggio alle mani successive.

L'idropittura, nei colori prescelti dalla Direzione, verrà data in almeno due mani; lo spessore dello strato secco, per ogni mano, dovrà risultare non inferiore a 40 micron. Su superfici estremamente porose, ed in generale per le superfici più esposte al sole, saranno date non meno di tre mani.

Sarà vietato adoperare per applicazioni esterne idropitture formulate per usi interni. Per tinteggiature di calcestruzzi a vista (se ammesse) (325), manufatti di cemento ed intonaci cementizi dovranno sempre adoperarsi idropitture per esterni.

#### 89.1.4. **Verniciatura con pitture a base di elastomeri o di resine plastiche**

Sarà di norma effettuata con non meno di tre mani delle quali la prima, di imprimitura, con trasparenti resino-compatibili o a corrispondente base elastomerica o di resina plastica dati a pennello e le altre due con le pitture prescritte e nei colori richiesti, date a pennello o a rullo, secondo disposizione e con spessori di strato mai inferiori a 40 micron.

La verniciatura sarà effettuata su superfici adeguatamente preparate, rispettando i cicli di applicazione e le particolari prescrizioni delle Ditte produttrici nonché le disposizioni che nel merito anche in variante potrà impartire la Direzione Lavori.

(324) I silicati saranno forniti in soluzione liquida a 40° Bè (densità 1,383); se forniti in cristalli saranno sciolti in acqua nel rapporto di 4 kg di silicato per ogni 10 Kg di acqua. In ogni caso dovrà essere ottenuta una soluzione a 18° Bè (densità 1,142).

(325) Qualora ammessa o prescritta, la tinteggiatura del calcestruzzo a vista sarà costituita da una mano di imprimitura ed una o due al massimo di pittura, con opportuno studio della diluizione e del tono di colore, al fine di non alterare né la grana della superficie, né il caratteristico aspetto del cemento a vista.

## 89.2. SUPPORTI IN CALCESTRUZZO - PITTURAZIONE ANTICORROSTIVA

## 89.2.1. Generalità - Preparazione delle superfici

Tutte le superfici in calcestruzzo o cementizie in genere, particolarmente esposte ad atmosfere aggressive (industriali o marine), o direttamente a contatto con liquidi e sostanze chimicamente attive, o esposte ad attacco di microrganismi, dovranno essere protette con rivestimenti adeguati.

L'applicazione sarà fatta a non meno di 60 giorni dall'ultimazione dei getti; le superfici dovranno essere pulite, asciutte e libere da rivestimenti precedentemente applicati, incrostazioni di sali e materiale incoerente. Ove fossero stati impiegati agenti disarmanti, indurenti o altri additivi del cemento, si dovranno stabilire di volta in volta le operazioni necessarie, atte a neutralizzare gli effetti superficiali.

Tutte le imperfezioni del calcestruzzo, protuberanze e vuoti in particolare dovranno essere eliminate al fine di ottenere una superficie priva di porosità; i punti in rilievo saranno eliminati mediante discatura mentre, i vuoti, con malte e boiacche cementizie applicate subito dopo il disarmo. L'applicazione dei rivestimenti protettivi sarà comunque preceduta da una accurata pulizia ed irruvidimento delle superfici, operazioni che potranno essere effettuate con attrezzi manuali (spazzole metalliche e successivo sgrassaggio con solventi) o con sabbiatura meccanica.

## 89.2.2. Cicli di verniciatura protettiva

Qualora non espressamente previsti saranno effettuati, in rapporto ai vari tipi di opere e manufatti e secondo prescrizione, sulla base delle indicazioni e degli spessori sinteticamente riportati nella seguente tabella:

TAB. 87 - Protezione di opere e manufatti in conglomerato cementizio. Cicli indicativi di verniciature

TIPO DI OPERE	Ciclo o Sistema	Primer o fondo		Finitura			
		Tipo	µm	1° mano		2° mano	
				Tipo	µm	Tipo	µm
Opere in ambiente marino Ponti e viadotti - Capannoni Serbatoi d'acqua (superfici asterne)	1	Epoisidico A.S.	5	Epoisidica A.S.	180	Epoisidica A.S.	180
	2	Viniilico A.S.	5	Viniilica A.S.	100	Viniilica A.S.	100
Opere e condotti fognanti Superfici interne - Opere marittime (superfici in bagnasciuga)	3	Epoisicatrame A.S.	150	Epoisicatrame A.S.	150	Epoisicatrame A.S.	150

## 89.3. SUPPORTI IN ACCIAIO - VERNICIATURE E PROTEZIONI

## 89.3.1. Preparazione del supporto

Prima di ogni trattamento di verniciatura o di protezione in genere, l'acciaio dovrà essere sempre adeguatamente preparato; dovranno essere eliminate cioè tutte le tracce di grasso o di unto dalle superfici, gli ossidi di laminazione ("calamina" o "scaglie di laminazione") e le scaglie o macchie di ruggine.

La preparazione delle superfici potrà venire ordinata in una delle modalità previste dalle norme SSPC (Steel Structures Painting Council), con riferimento agli standard fotografici dello stato iniziale e finale elaborati dal Comitato Svedese della Corrosione e noti come "Svensk- Standard SIS" (326). Le corrispondenze tra le specifiche SSPC e gli standard fotografici svedesi saranno stabilite sulla base della seguente tabella (327):

TAB. 88 - Preparazione superficiale dell'acciaio per trattamenti di verniciatura. Corrispondenza tra specifiche SSPC e Svensk Standard SIS

SPECIFICA SSPC	DESCRIZIONE	STANDARD FOTOG. SVEDESI
SP 1	Sgrassaggio	nessuna corrispondenza
SP 2	Pulizia con attrazzi manuali	B St 2, C St 2, D St 2
SP 3	Pulizia con attrazzi meccanici	B St 3, C St 3, D St 3
SP 8	Decappaggio	nessuna corrispondenza
SP 7	Sabbiatura di spazzolatura	B Sa 1, C Sa 1, D Sa 1
SP 6	Sabbiatura commerciale	B Sa 2, C Sa 2, D Sa 2
SP 10	Sabbiatura quasi bianco	A - B - C - D Sa 2 - 1/2
SP 5	Sabbiatura a bianco	A - B - C - D Sa 3

(326) Detto Comitato ha raggruppato le condizioni iniziali dall'acciaio in 4 classi fotografiche A-B-C-D presentando, per ognuna di queste, le fotografie dallo stato finale conseguibile mediante pulizia manuale a meccanica (St) o mediante sabbiatura (Sa). Le fotografie originali sono pubblicate dallo SVEDISH STANDARD INSTITUTION di Stoccolma nel manuale noto in Italia come "Svensk Standard SIS 055900-1987".

(327) Con riguardo alle varie modalità di preparazione, si precisa in particolare:

- Sgrassaggio con solventi (SSPC - SP1):** sarà effettuato con solventi a lenta evaporazione (regia minerale, nafta solvante, ecc.), vapora, alcali, amulsioni, ecc. L'operazione verrà eseguita a spruzzo o con grossi pennelli e sarà seguita da lavaggio ed asciugamento con aria in pressione.
- Pulizia con attrazzi manuali (SSPC - SP2):** consisterà nel rimuovere fino al grado richiesto le scaglie di laminazione, la pittura e la ruggine, in fase di distacco, utilizzando attrazzi manuali quali picchiette, raschiati, spazzole metalliche e carta abrasiva.
- Pulizia con attrazzi meccanici (SSPC - SP3):** consisterà nell'effettuare le operazioni di cui alla lett. b) utilizzando attrazzi meccanici quali spazzole rotenti, attrazzi a percussione, mole meccaniche, abrasivi silicei o metallici.
- Pulizia mediante sabbiatura (SSPC - SP7 - SP6 - SP10 - SP5):** consisterà nell'eliminare, con risultati di diversa gradazione, ogni traccia di lamina, ruggine e sostanze esterne. L'operazione verrà effettuata mediante violento getto di sabbia quarzifera (vagliata su setaccio di 16 maglie/cm<sup>2</sup>) a secco oppure ed umido, oppure di abrasivi metallici. Nella sabbiatura a metallo quasi bianco (SP 10) almeno il 95% della superficie dovrà risultare esente da ogni residuo visibile.
- Pulizia mediante decappaggio acido (SSPC - SP8):** consisterà nell'eliminazione delle scaglie di ruggine e di laminazione mediante decappaggio acido od elettrolitico (o con una combinazione degli stessi) e successivo lavaggio di neutralizzazione.
- Fosforazione a freddo:** consisterà nel trattare l'acciaio con una miscela acqua, acido fosforico ed olio solvente solubile in acqua in maniera da asportare parte della ruggine e trasformare il residuo in fosfato di ferro insolubile.

### 89.3.2. Carpenterie e manufatti diversi - Cicli di verniciatura

In mancanza di specifica previsione, la scelta dei rivestimenti di verniciatura e protettivi dovrà essere effettuata in base alle caratteristiche meccaniche, estetiche e di resistenza degli stessi, in relazione alle condizioni ambientali e di uso dei manufatti da trattare. La Tab. 41 riportata al punto 50.2.3. del presente Capitolato e la seguente Tab. 89 stabiliscono a tale scopo orientativamente le caratteristiche dei principali rivestimenti decorativi e protettivi, gli spessori di applicazione e le modalità di preparazione del supporto.

TAB. 89 - Comparazione indicativa dei rivestimenti protettivi. Spessori e preparazione delle superfici

RIVESTIMENTO PROTETTIVO (ciclo omogeneo)	Al clorocaucciù	Vinilico	Al'olio	Alchidico	Epossidico bicomponente a solvente	Poliuretano bicomponente	Epossicatrame	Epossidico senza solventi	Al catrame	Al bitume
Spessore minimo in micron	100	100	120	120	120	120	300	300	400	400
Preparazione della superficie	SP 6	SP 10	SP 3	SP 6		SP 10	SP 6	SP 10	SP 3	
Agenti aggressivi										
Agenti atmosferici	O	O	O	O	O	O	O	O	O(*)	O(*)
Industriale normale	O	O	B	O	O	O	O	O	B(*)	B
Industriale pesante	B	O	S	M	O	O	B	O	M(*)	M
Marina	O	O	B	O	O	O	O	O	B(*)	B(*)
Ad elevata umidità (**)	O	O	S	M	O	B	O	O	B	B
Acqua dolce	O	O	NR	NR	B	B	O	O	B	B
Acqua di mare	O	O	NR	NR	B	B	O	O	B	B
Soluzioni acide	B	B	NR	NR	B	B	O	O	B	B
Soluzioni alcaline	B	B	NR	NR	B	M	B	O	S	S
Soluzioni saline	B	O	NR	NR	B	O	B	O	B	B
Terreno	NR	NR	NR	NR	O	O	O	O	S	M
					NR	NR	B	B	M	S

O = ottimo; B = buono; M = medio; S = scarso; NR = non raccomandato  
 (\*) Richiede uno strato finale di emulsione al catrame o ai bitumi      (\*\*) Umidità relativa oltre l'85%.

Con riguardo al ciclo di verniciatura protettiva, questo, nella forma più generale e ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di variane le modalità esecutive o i componenti, sarà effettuato come di seguito:

#### A) - Prima dell'inoltro dei manufatti in cantiere

- preparazione delle superfici mediante sabbatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della Direzione, la sabbatura potrà essere sostituita dalla pulizia meccanica (brosatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- prima mano di antiruggine ad olio (o oleosintetica) al minio di piombo o al cromato di piombo o di zinco, nei tipi di cui al punto 50.2.3. del presente Capitolato e di pittura anticorrosiva. La scelta del veicolo più idoneo dovrà tenere conto delle condizioni ambientali e d'uso dei manufatti da proteggere; in particolare si prescriverà l'impiego di "primer" in veicoli epossidici, al clorocaucciù o vinilici in presenza di aggressivi chimici, atmosfere industriali o in ambienti marini.

#### B) - Dopo il montaggio in opera:

- pulizia totale di tutte le superfici con asportazione completa delle impurità e delle pitturazioni eventualmente degradate;
- ritocco delle zone eventualmente scoperte dalle operazioni di pulizia o di trasporto;
- seconda mano di antiruggine o di pittura anticorrosiva dello stesso tipo della precedente, ma di diversa tonalità di colore, data non prima di 24 ore dai ritocchi effettuati (328);
- due mani almeno di pittura (oleosintetica, sintetica, speciale) o di smalto sintetico, nei tipi, negli spessori e nei colori prescritti, date, con intervalli di tempo mai inferiori a 24 ore e con sfumature di tono leggermente diverse (ma sempre nella stessa tinta), sì che possa distinguersi una mano dall'altra.

In presenza di condizioni ambientali o d'uso particolarmente sfavorevoli, o per particolari manufatti o semplicemente in linea alternativa, potranno venire richiesti cicli speciali o diversi di verniciatura, come indicativamente riportati nella Tabella 93.

### 89.3.3. Sistemi omogenei - Prescrizioni particolari

- Sistemi all'olio di lino:* saranno applicati di norma a 4 strati (30 + 35 micron per strato) intervallati di almeno 24 ore (con eccezione per il minio, v. nota 1). L'applicazione sarà vietata su fondi umidi e per temperature inferiori a 5 °C. Campo di applicazione: carpenterie, strutture e manufatti purché lontano da sostanze chimiche aggressive.
- Sistemi alchidici:* saranno costituiti di norma da 2 strati di fondo, di diversa pigmentazione, e da 2 strati di finitura, per uno spessore medio totale di 120-130 micron; in presenza di superfici non sabbiate il primo strato di fondo dovrà essere del tipo oleo-alchidico. Campo di applicazione: carpenterie, strutture e manufatti soggetti all'azione degli agenti atmosferici, delle atmosfere industriali normali, di quelle marine e con condense non frequenti.

(32a) Nel caso che l'antiruggine fosse costituita da minio di piombo in olio di lino sarà necessario lasciare trascorrere almeno 25 giorni prima di ricoprire con i successivi strati.

TAB. 90 - Protezione di opere e manufatti in acciaio non zincato. Cicli indicativi di verniciatura (cicli eterogenei)

TIPO DI OPERE	Ciclo	Fondo o Primer		Strato Intermedio		Finitura			
		Tipo	µm	Tipo	µm	1° mano		2° mano	
						Tipo	µm	Tipo	µm
Carpenterie varie Ponti e viadotti	1	Zincante inorganico	75	-	-	Epossivinilica A.S.	40	Epossivinilica A.S.	150
Carpenterie varie - Ponti e viadotti - Tralicci e pali	2	Zincante inorganico	75	Vinilico A.S.	100	Vinilica A.S.	100	-	-
Carpenterie varie - Serbatoi (sup. est.) - Tralicci e pali Passerelle e ringhiere	3	Epossidico A.S.	80	Epossidico A.S.	110	Epossidica B.S.	30	-	-
Carpenterie varie Tralicci e pali	4	Minio oleofenolico	30	Minio oleofenolico	30	Clorocaucciù alchidico	40	Clorocaucciù alchidico	40
Ponti e viadotti (sup. interne Cassoni) Opere marittime (superfici e bagnasciuga)	5	Zincante inorganico	75	Epossicatrame A.S.	100	Epossicatrame A.S.	200	-	-

Preparazione delle superfici, per tutti i cicli: SSPC - SP 10

- c) - **Sistemi al clorocaucciù:** saranno di norma applicati a 4 strati (almeno 25 micron per strato) dei quali i primi due dotati di pigmenti inibitori di corrosione; nel caso di rivestimento a spessore, potranno essere ammessi nel tipo "thick coatings" a due o più strati, con spessore fino a 120 micron per strato. Campo di applicazione: carpenterie e strutture esposte ad ambienti esterni anche salmastri.
- d) - **Sistemi oleofenolici (329):** saranno applicati di norma a 4 strati (almeno 25 micron per strato) dei quali i primi due dotati di pigmenti inibitori di corrosione. Campo di applicazione carpenterie e strutture con parti immerse in acqua (ponti, ecc.).
- e) - **Sistemi epossidici (330):** saranno applicati di norma a 3 o 4 strati (spessore totale non inferiore a 120 micron) per i tipi a solvente ed a non meno di 2 strati (spessore totale non inferiore a 300 micron) per i tipi senza solvente. Campo di applicazione: strutture esposte all'acqua (sistemi epossifenolici) o immerse in acqua di mare (sistemi epossicatrame).
- f) - **Sistemi bituminosi e catramosi:** saranno applicati di norma a 3 strati, con spessore complessivo compreso tra 100 ÷ 200 micron per quelli a basso spessore, tra 400 ÷ 800 micron per quelli ad alto spessore e tra 1000 ÷ 2500 micron per gli smalti a caldo (fino anche a 4500 micron per casi particolari). Nel caso di esposizione agli agenti atmosferici tali rivestimenti dovranno essere protetti con strati di emulsione.
- g) - **Sistemi vinilici:** saranno di norma applicati a 5 strati così composti: uno strato di fondo tipo "wash primer" o vinilico o di altra natura (zincanti a freddo, resine fenoliche, ecc.); due o più strati di collegamento vinilici o vinilici modificati (vinil-alchidici, epossivinilici) applicati a spruzzo (uno strato ad alto spessore nel caso di "airless"); due o più strati di finitura. Spessore medio complessivo 100 ÷ 200 micron secondo il grado di protezione richiesto. Campo di applicazione carpenterie e strutture in climi umidi, con forti sbalzi termici ed in particolare con parti immerse o esposte all'acqua di mare.
- h) - **Sistemi poliuretatici:** potranno essere bicomponenti o monocomponenti ("moist curing") e saranno dati a strati sottili, in numero di 4 o 5, previa applicazione di "wash primer". Spessore complessivo 120 ÷ 150 micron. La pitturazione sarà evitata in ambienti ed in periodi con forte umidità relativa e su fondi soggetti a possibili condense in fase di indurimento. Campo di applicazione: strutture, impianti e manufatti di particolare effetto estetico.

## 89.3.4. Sistemi eterogenei - Prescrizioni particolari

TAB. 91 - Fondi per cicli eterogenei. Preparazione delle superfici

Codice	Tipo di pittura di fondo		Preparazione minima della superficie
	Pigmenti	veicolo	
F1	minio piombo	olio lino	SP3
F2	giallo zinco ossido zinco ossido ferro	olio-alchidico	
F4	cromatico piombo ossido zinco minio piombo	alchidico	SP3 (SP6 con calamina)
F5	minio piombo	oleo-fenolico	
F6	giallo zinco	oleo-fenolico	
F9	giallo zinco	dispersione fenolica	
F10	cromo-fosfato	clorocaucciù	
F11	minio piombo	vinilico	SP 10 - SP 5
F12	giallo zinco	epossipoliamicidico	SP6
F20	zinco	organico monocomponente	
F21	zinco	organico bicomponente	SP10
F23	zinco	inorganico a solvente	

(329) Le pitture a base di dispersione fenolica possono essere rivestite dalla maggioranza delle pitture di finitura disponibili. Si considerano pertanto come fondi quasi universali.

(330) Potranno essere costituiti con pittura a base di resine epossidiche *liquide* (sistemi senza solventi) o *solide* (sistema a solventi) o *solide modificate* (epossicatrame, epossivinilica, epossifenoliche, epossisilconiche). Gli indurenti saranno poliamicidici ove fossero richiesti film molto elastici e con eccellente adesione ai supporti, amminici a addotti per film molto duri, isocianati per film con alto grado di durezza e finitura estetica.

(331) Si dovranno applicare spessori non inferiori a 60 micron nel caso in cui l'applicazione degli strati di finitura dovesse avvenire a distanza di mesi o nel caso di superfici con elevata rugosità di sabbiatura.

TAB. 92 - Manufatti in acciaio. Pitture di fondo in rapporto ai tipi di esposizione - Tipi indicati

CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE		Codice dei tipi (v. Tab. 94)
A	Atmosfera rurale (solo agenti atmosferici)	F1 - F2 - F4 - F5 - F6 - F9 - F10 - F11 - F12
B	Atmosfera marina	F20 - F21 - F23
C	Atmosfera marina (sovrastrutture impianti flottanti)	F4 - F5 - F9 - F10 - F11 - F12 - F20 - F21 - F23
D	Atmosfera industriale normale	Come in A-B escluso F1
E	Atmosfera industriale molto aggressiva	F10 - F11 - F12 - F21 - F23
F	Ambienti a permanente elevata umidità	F5 - F10 - F11 - F12 - F20 - F21 - F23
G	Immersione in acqua dolce (continua o meno)	F11 - F21 - F23
H	Immersione continua in acqua di mare	F5 - F10 - F11 - F12 - F21 - F23

TAB. 93 - Superfici esposte all'atmosfera rurale (A) e marina (B-C). Cicli di pitturazione indicativi e spessori minimi

Preparazione della superficie		TIPO DI PITTURA			Spessore totale minimo (micron)
		Fondo	Copertura	Finitura	
A	SP3	olio di lino oleofenolico	oleoaichidica	oleoaichidica	120
	SP3/SP6 (calamina)		alch./clorocaucchiù	alch./clorocaucchiù	
B	SP6	zincante organico fenolico epossipoliamidico	clorocaucchiù	clorocaucchiù	120
	SP3/SP6 (calamina) SP6		oleofenolica epossivinilica	oleofenolica vinilica	
C	SP6	zincante organico fenolico epossipoliamidico epossipoliamidico zincante inorganico	clorocaucchiù	clorocaucchiù	120
	SP3/SP6 (calamina)		oleofenolica	oleofenolica	130
	SP6		eossivinilica	vinilica	120
	SP6		poliuretana bicomponente	poliuretana b.	120
	SP10		eossidica	poliuretana b.	150

TAB. 94 - Superfici esposte all'immersione saltuaria o continua in acqua dolce (G), in acqua di mare (H) o destinate all'interramento (I)

Preparazione della superficie		TIPO DI PITTURA			Spessore totale minimo (micron)
		Fondo	Copertura	Finitura	
G	SP6	zincante organico zincante organico	catramosa	catramosa	600
	SP10		eossicatrame	eossicatrame	350
H	SP6	zincante organico zincante org. bicompon. eossicatrame	catramosa	-	600
	SP10		eossicatrame	eossivinilica	300
	SP5		eossicatrame	eossivinilica	350
I	SP3/SP6 (calamina)	fenolico zincante organico	bituminosa	bituminosa	600
	SP10		eossicatrame	eossicatrame	280

#### 89.4. SUPPORTI IN ACCIAIO ZINCATO

##### 89.4.0. Condizioni di essenzialità

Qualunque manufatto in acciaio zincato, con grado di zincatura non superiore a "Z 275", dovrà essere sottoposto a trattamento di protezione anticorrosiva mediante idonea verniciatura.

##### 89.4.1. Pretrattamento delle superfici zincate

Le superfici di acciaio zincato, da sottoporre a cicli di verniciatura, dovranno essere innanzitutto sgrassate (se nuove) mediante idonei solventi o anche spazzolate e carteggiate (se esposte da lungo tempo); quindi lavate energeticamente e sottoposte a particolari pretrattamenti oppure all'applicazione di pitture non reattive nei riguardi dello zinco.

I sistemi di pretrattamento più idonei per ottenere una adeguata preparazione delle superfici zincate saranno realizzate in uno dei modi seguenti:

- Fosfatazione a caldo*: sarà eseguita in stabilimento e consisterà nella deposizione di uno strato di fosfato di zinco seguita da un trattamento passivante con acido cromatico e successivo lavaggio neutralizzante a freddo.
- Applicazione di "wash primer"*: si effettuerà trattando la superficie zincata con prodotti formulati a base di resine polivinilbutirraliche, resine fenoliche, e tetraossicromato di zinco ed acido fosforico quale catalizzatore. Lo spessore del wash primer, a pellicola asciutta, dovrà risultare non inferiore a 5 micron (332).

##### 89.4.2. Fondi che non richiedono pretrattamento

Saranno costituiti di norma da antiruggini epossidiche ad alto spessore (A.S.) bicomponenti (con indurente poliammidico) o da fondi poliuretanic bicomponenti (o monocomponenti) a base di dispersioni fenoliche. Tali strati saranno dati, se non diversamente prescritto, in una sola mano, a spruzzo o a pennello, con spessore reso non inferiore ad 80 micron.

##### 89.4.3. Pigmenti

Risulta tassativamente vietato impiegare pitture con pigmenti catodici rispetto allo zinco (ad esempio minio e cromo di piombo).

(332) Sulle superfici trattate con "wash primer" potranno essere sovrapposti fondi o pitture di tipo glicerofalico, vinilico, epossidico, poliuretano, ecc., con esclusione di cicli al clorocaucchiù, a causa dell'adesione non sufficiente.

Il wash primer non dovrà comunque venire usato quale forma di pretrattamento per superfici destinate ad immersione continua in acqua dolce.

TAB. 95 - Verniciatura dell'acciaio zincato. Ricopribilità degli strati di fondo (o delle superfici pretrattate) con finiture di natura diversa

TIPO DI FONDO O DI PRETRATTAMENTO	FINITURE							
	Alchidiche	Alchidicoviniliche	Epossiviniliche	Viniliche	Epossiamminamidiche	Poliuretatiche	Clorocaucci	Oleofenoliche
<i>Fondi che non richiedono il pretrattamento</i> - Dispersione fenolica - Epossipoliamidico - Poliuretatico bicomponente	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Pretrattamenti della superficie:</i> - Fosfatazione a caldo - Wash primer	•	•	•	•	•	•	•	•

#### 89.4.4. Cicli di verniciatura

Con riferimento a quanto in precedenza espresso ai punti 93.4.1. e 93.4.2. i manufatti in acciaio zincato dovranno essere sottoposti, se non diversamente disposto, a cicli di verniciatura protettiva effettuati come di seguito:

- sgrassaggio, spazzolatura e successivo lavaggio a caldo delle superfici;
- fosfatazione a caldo o applicazione di "wash primer" o ancora applicazione di pitture di fondo che non richiedano pretrattamento;
- doppia mano di antiruggine al cromato di zinco (80 micron in totale) o unica mano di antiruggine vinilica A.S. (70 micron) nel caso di pretrattamenti a "wash primer";
- doppia mano di pittura oleosintetica o di smalto sintetico nei tipi e colori prescritti ed in rapporto al tipo dei fondi.

Nella tabella che segue sono riportati anche dei cicli indicativi che per particolari manufatti o in particolari condizioni o semplicemente in linea alternativa, potranno venire eventualmente richiesti:

TAB. 96 - Protezione di opere e manufatti di acciaio zincato. Cicli indicativi di verniciatura

TIPO DI OPERE	Ciclo	Pretrattamento		Primer o fondo		Finitura			
						1° mano		2° mano	
						Tipo	µm	Tipo	µm
Carpenterie varie Ringhiere - Tralici e pali	1	-	-	Epossidico A.S.	80	Epossidica A.S.	170	Epossidica B.S.	30
Tralici e pali - Guardarail Pluviali	2	-	-	Epossidico B.S.	30	Poliuretatica	30	Poliuretatica	30
Carpenterie varie Tralici e pali	3	wash primer	5	Vinilico A.S.	70	Vinilica A.S.	100	Vinilica A.S.	100
Carpenterie varie, pluviali (superfici interne) Grigliati	4	-	-	Epossicatrame A.S.	100	Epossicatrame A.S.	100	Epossicatrame A.S.	150

#### 89.5. SUPPORTI IN ALLUMINIO

Le superfici in alluminio da sottoporre a cicli di verniciatura, al pari di quelle in acciaio zincato, dovranno essere innanzi tutto sgrassate mediante idonei solventi o anche spazzolate e carteggiate (se esposte da lungo tempo); quindi lavate energicamente e sottoposte a particolari pretrattamenti (passivazione, applicazione di wash primer) oppure all'applicazione di pitture non reattive nei riguardi dell'alluminio. In ogni caso, e specie per lo strato di fondo, dovranno essere evitate pitture con pigmenti contenenti composti di piombo, rame o mercurio.

I cicli di verniciatura dell'alluminio (o delle leghe leggere di alluminio) saranno rapportati sia al tipo di opere o manufatti, che alle condizioni di esercizio degli stessi.

In generale comunque, e salvo diversa o più particolare prescrizione, essi saranno costituiti da un trattamento di preparazione della superficie (semplice sgrassaggio e lavaggio o anche spazzolatura e carteggiatura, ovvero decappaggio, neutralizzazione e passivazione, secondo lo stato delle superfici), da un pretrattamento di pitturazione con "wash primer" (dato in spessore non inferiore a 5 micron) o con fondi epossidici bicomponenti con indurente poliamidico (spessore  $\geq$  80 micron) ed in ultimo da non meno di due mani di finitura costituite da pitture o smalti epossidici B.S. (spessore  $\geq$  2 x 30 micron), poliuretatici (spessore  $\geq$  2 x 30 micron); epossidici A.S. (spessore  $\geq$  2 x 100 micron), epossivinilici A.S. (spessore  $\geq$  2 x 150 micron), ecc.

La scelta verrà effettuata dalla Direzione Lavori, tenute presenti le caratteristiche dei rivestimenti, i vari tipi di impiego e le indicazioni di cui alle precedenti tabelle.

#### 89.6. SUPPORTI IN LEGNO - PITTURAZIONI E VERNICIATURE

##### 89.6.0. Preparazione delle superfici - Pretrattamento di imprimitura

Qualunque sia il ciclo di verniciatura al quale sottoporre le superfici dei manufatti in legno, queste dovranno essere convenientemente preparate. La preparazione dovrà portare dette superfici al miglior grado di uniformità e levigatezza dotandole nel contempo, con riguardo ai superiori strati di pitturazione, delle massime caratteristiche di ancoraggio.

Tale preparazione, comprensiva del primo trattamento di imprimitura, sarà di norma così eseguita:

- asportazione parziale o totale (secondo prescrizione) dei precedenti strati di verniciatura eventualmente esistenti su superfici non nuove, mediante raschiatura previo rammollimento alla fiamma o con sverniciatori (su superfici non destinate ad essere verniciate con prodotti trasparenti) o mediante carteggiatura a fondo;
- carteggiatura di preparazione, necessaria ad asportare grasso, unto o altre sostanze estranee, eseguita a secco con carte abrasive dei numeri 80-180 (usate in ordine di grana decrescente) e successiva spolveratura;
- stuccatura con stucco a spatola onde eliminare eventuali, limitati e consentiti difetti del supporto e seconda carteggiatura, a secco, eseguita con carte abrasive dei numeri 180-220; successiva spolveratura;
- prima mano di imprimitura, data a pennello, con olio di lino cotto (333), con fondi alchidici o con fondi propri delle verniciature speciali;
- ripresa della stuccatura, carteggiatura di livellamento a secco o a umido (secondo i casi) con carte abrasive dei numeri 220-280 e successiva pulizia o spolveratura.

#### 89.6.1. Verniciatura con pitture all'olio di lino

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 89.6.0. (con 1ª mano di imprimitura ad olio), mediante le seguenti operazioni:

- seconda mano di imprimitura con tinta ad olio e leggera levigatura con carte abrasive di numero non inferiore a 280.
- due mani di pittura all'olio (334), nei colori prescelti e con diluizione decrescente (335).

#### 89.6.2. Verniciatura con pitture oleosintetiche o a smalto

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 89.6.0. (con 1ª mano di imprimitura costituita da olio di lino o fondo alchidico), mediante le seguenti operazioni:

- seconda mano di imprimitura (o fondo) con pittura opaca (fondo alchidico);
- leggera carteggiatura di preparazione con carte abrasive di numero non inferiore a 380 (la carteggiatura sarà effettuata a secco o in umido secondo il grado di essiccamento dello strato di pittura);
- due mani di pittura oleosintetica o di smalto sintetico, nei tipi e nei colori prescelti; l'ultima mano di norma sarà applicata pura, del tutto esente cioè da diluizione.

#### 89.6.3. Verniciatura con smalti al clorocaucciù, epossidici, poliuretani, poliestere, ecc. (mono e bicomponenti)

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 89.6.0. con l'esclusione della 1ª mano di imprimitura con olio di lino cotto (336). La verniciatura comunque sarà sempre eseguita a non meno di tre mani delle quali la prima, di fondo, con i corrispondenti "primer" degli smalti da applicare (fondi epossidici, uretanici, ecc.) e le altre due, di finitura, con gli smalti prescritti dati con le modalità, i tempi e le diluizioni esattamente indicati dal produttore.

Sull'ultima mano potrà venire richiesta, se del caso e con relativo compenso, l'ulteriore applicazione del corrispondente "trasparente", mono o bicomponente.

#### 89.6.4. Verniciatura con vernici trasparenti (flatting e sintetiche)

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 89.6.0. con esclusione, nel caso vengano adoperati cicli di verniciatura sintetici o speciali (al clorocaucciù, epossidici, vinilici, poliestere, poliuretani) o nel caso che non si voglia alterare la tonalità dei legni chiari, della prima mano di imprimitura con olio di lino cotto.

La verniciatura comunque, qualunque sia il tipo di vernice da impiegare, sarà sempre eseguita a non meno di tre mani, diluite gradualmente in decrescendo (la terza mano pura) con acqua o con diluente proprio della vernice. Ogni mano sarà applicata sulla precedente a non meno di 48 ore di distanza e previa leggera carteggiatura di quest'ultima con carte abrasive finissime in umido e successivo lavaggio.

A verniciatura ultimata, lo spessore complessivo degli strati di vernice, misurati a secco, dovrà risultare non inferiore a 90 micron; gli strati dovranno inoltre risultare perfettamente ed uniformemente trasparenti nonché esenti da difetti di qualsiasi genere.

### Art. 90

#### STRATI FILTRO E RIPARTENTI IN FELTRI O TELI GEOTESSILI

Povranno essere costituiti con feltri "non tessuti" di fibre (337) di resine poliestere o polipropilene o con teli di pari materiale con fibre a filo continuo o intrecciate con sistema di tessitura industriale "a trama ed ordito", secondo prescrizione, in ogni caso con fibre aventi elevatissime caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e chimiche.

I feltri o i teli dovranno risultare imputrescibili e stabili nel tempo, non degradabili sotto l'azione dei liquidi organici, dei sali, degli acidi e degli alcali, insolubili in acqua, dotati di idrofilia e lipofilia, resistenti alla perforazione, alla punzonatura ed alla lacerazione; ancora, dotati di elevatissimo potere filtrante. Più in particolare dovranno soddisfare alle seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

(333) L'imprimatura con olio di lino sarà più o meno grassa in rapporto all'assorbimento del legno, tenendo presente che un'eccessiva diluizione con acqua (tinta magra) darà luogo a scarsa adesione mentre una bassa diluizione (tinta grassa) darà luogo a scarsa penetrazione ed a lungo essiccamento. In ogni caso, ove venga impiegata l'imprimatura con olio di lino, i successivi trattamenti di verniciatura dovranno essere effettuati non prima di 30 giorni dall'impregnamento.

(334) La pittura all'olio di lino dovrà essere assolutamente protetta dai raggi solari. Le varie mani saranno sovrappuntate solo dopo completa essiccazione.

(335) L'ultima mano di pittura sarà del tutto grassa (esente cioè da diluizione).

(336) L'impregnatura con olio di lino cotto non dovrà essere effettuata anche nel caso che siano impiegati turapori o fondi alla nitro.

(337) Ottenute per filatura diretta o fusa e legate per agugliatura.

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza, non inferiore a 600 N/5 cm (338) con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la Direzione Lavori potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5 cm o a 1500 N/5 cm, fermi restando gli altri requisiti.

I teli dovranno essere forniti in rotoli aventi altezza non inferiore a 4,00 m e lunghezza non inferiore a 100,00 m; eventuali deroghe dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori.

## Art. 91 SIGILLATURE

Dovranno essere effettuate, salvo diversa prescrizione, con materiali aventi i requisiti prescritti al punto 55.2. del presente Capitolato, nelle più adatte formulazioni relative ai diversi campi di impiego (autolivellanti, pastosi a media o alta consistenza, tixotropici, solidi, preformati).

### 91.1. MODALITÀ DI ESECUZIONE - GENERALITÀ

#### 91.1.1. Preparazione delle superfici - Primers

Le superfici da sigillare dovranno essere assolutamente sane, asciutte e pulite, nonché esenti da polvere, grassi, oli, tracce di ruggine, vernici, ecc. Le malte, i conglomerati e gli intonaci in genere dovranno essere pervenuti a perfetta maturazione, senza conservare quindi alcuna traccia di umidità.

La pulizia delle superfici dovrà essere effettuata con idonei prodotti, solventi e/o se necessario con mezzi meccanici (spazzolature, sabbiature), dovendosi evitare in ogni caso l'uso di prodotti chimici oleosi. I sali alcalini potranno essere eliminati con ripetuti lavaggi mentre le superfici di alluminio dovranno essere sgrassate con alcol metilico; per i metalli in genere potranno venire impiegati solventi organici, come il clorotene o la trielina.

Prima dell'applicazione dei materiali sigillanti, sulle superfici dovranno essere dati a pennello degli idonei prodotti impregnanti (primers), nei tipi prescritti dalle Ditte produttrici. I pannelli in legno e le superfici in calcestruzzo o pietra ed in generale i materiali assorbenti, dovranno essere trattati con un doppio strato di "primers".

Gli spigoli o margini dei giunti dovranno comunque essere protetti, prima dell'applicazione del sigillante, con strisce di nastro adesivo, da asportare poi ad avvenuta lisciatura del mastice applicato ed in ogni caso prima dell'indurimento.

#### 91.1.2. Giunti mobili - Criteri di dimensionamento

L'ampiezza e la profondità dei giunti mobili dovranno essere tali da garantire, ai materiali sigillanti, di potersi deformare nei limiti stabiliti dalle Ditte produttrici o diversamente prescritti.

Nei giunti di testa la larghezza media degli stessi non dovrà mai essere inferiore a 4 volte il movimento massimo previsto e, comunque, non inferiore ai valori riportati nella presente tabella:

TAB. 97 - Applicazioni dei sigillanti. Giunti di testa - Larghezze minime (mm)

Larghezza totale dei materiali (m)	METALLI (fino a 80 °C)								CALCESTRUZZO E MURATURA (fino a 65 °C)			
	Acciaio al carbonato ed acciaio inox 430		Acciaio inox 302		Rame o bronzo		Alluminio		Larghezza totale dei materiali (m)	Larghezza del giunto (mm)		
	Temperatura superficiale di posa									Temp. posa		
	N	B/A	N	B/A	N	B/A	N	B/A	N	B/A		
1,00	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	3,00	6,5	6,5	
2,00	4,5	5,5	4,5	7,0	5,5	8,5	5,5	10	6,00	6,5	13	
3,00	5,0	8,0	6,5	11	6,5	13	8,0	15	12,00	13	26	
6,00	8,0	13	11	18	13	19	15	25	15,00	16	29	
7,50	10	16	13	19	15	25	18	29	28,00	19	32	

Inoltre:

- la massima oscillazione di temperatura superficiale sarà considerata di 100 °C per i materiali metallici e di 75 °C per tutti gli altri materiali;
- la profondità e larghezza minima del giunto dovranno essere di almeno 4 mm per i materiali metallici e di 6,5 mm per i materiali di muratura in genere;
- per i giunti di larghezza inferiore a 12 mm il rapporto profondità/larghezza della massa sigillante dovrà essere compresa tra 0,5 ÷ 1;
- per giunti di larghezza compresa tra 12 e 25 mm lo stesso rapporto sarà uguale a 0,5;
- per giunti di larghezza superiore, se ammessi dal tipo di sigillante, la massa dovrà avere spessore non inferiore a 12 mm.

#### 91.1.3. Materiali di riempimento e di distacco

Al fine di applicare gli spessori prestabiliti di sigillante, per giunti di notevole profondità sarà necessario inserire negli stessi un materiale di riempimento comprimibile (339), di regola a sezione circolare superiore del 25% a quella del giunto, in modo da creare una base sulla quale il sigillante possa essere estruso.

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

(339) I materiali di riempimento potranno avere o meno funzione di supporto; avranno tale funzione a saranno nel caso costituiti da schiume rigide a celle chiuse, estrusi a base di policloroprene, gomme butiliche, ecc., qualora i sigillanti dovessero venire esposti a pressioni esterne (sollecitazioni di traffico, pressioni idrauliche, ecc.).



Il materiale elastico di riempimento (poliuretano, polietilene, polistirolo flessibile, ecc.) dovrà essere compatibile con il sigillante impiegato, impermeabile all'acqua ed all'aria ed inoltre essere dotato di proprietà antiadesive in modo da non alterare la deformazione elastica del sigillante; qualora questa ultima proprietà non fosse propria del materiale di riempimento o di supporto, verranno impiegati appositi materiali di distacco, come film di polietilene o altri nastri di pari funzione, in modo da impedire l'aderenza del sigillante al fondo del giunto.

I materiali oleosi e quelli impregnati con prodotti asfaltici, bituminosi o plastificanti in genere non dovranno mai essere utilizzati come riempitivi.

#### 91.1.4. Modalità di posa

La posa in opera dei sigillanti dovrà essere effettuata solo dopo perfetto essiccamento dei rispettivi "primers" con le esatte modalità e nei tempi previsti dal produttore.

I sigillanti in pasta a media consistenza verranno di norma estrusi con idonee apparecchiature (pistole a cremagliera, ad aria compressa, ecc.) evitando in modo assoluto, nell'operazione, la formazione di bolle d'aria. Nei giunti verticali, il mastice verrà immesso nella sede del giunto con movimento dall'alto verso il basso.

A posa avvenuta i materiali sigillanti dovranno essere convenientemente lisciati e quindi idoneamente protetti, specie nelle prime 12 ore, onde evitare che materiali di qualsiasi genere o acqua vengano a contatto con gli stessi.

### 91.2. CAMPI DI IMPIEGO – APPLICAZIONI PARTICOLARI

#### 91.2.1. Sigillanti poliuretanici

Caratterizzati da ottima resistenza all'abrasione, verranno di norma impiegati nella sigillatura di giunti di dilatazione per pavimentazioni stradali e strutture in genere (in calcestruzzo o in acciaio). Previa scrupolosa preparazione delle superfici ed applicazione di appropriati "primers" (silari o siliconi o anche vernici a base di gomma butadiene, acrilonitrile, neoprene, gomma clorurata).

#### 91.2.2. Sigillanti polisolfurici

Avranno campi e modalità di applicazione diversi in rapporto alle diverse formulazioni. Saranno caratterizzati comunque da ottima resistenza ai carburanti e pertanto avranno, tra l'altro, efficace applicazione in giunti di dilatazione e rampe e nelle aree di parcheggio aeroportuali.

#### 91.2.3. Sigillanti acrilici

Saranno applicati di norma mediante estrusione, previo riscaldamento della massa a 50°C. I sigillanti acrilici non dovranno venire impiegati nei giunti continuamente immersi in acqua e, ad applicazione avvenuta, dovranno essere perfettamente lisciati.

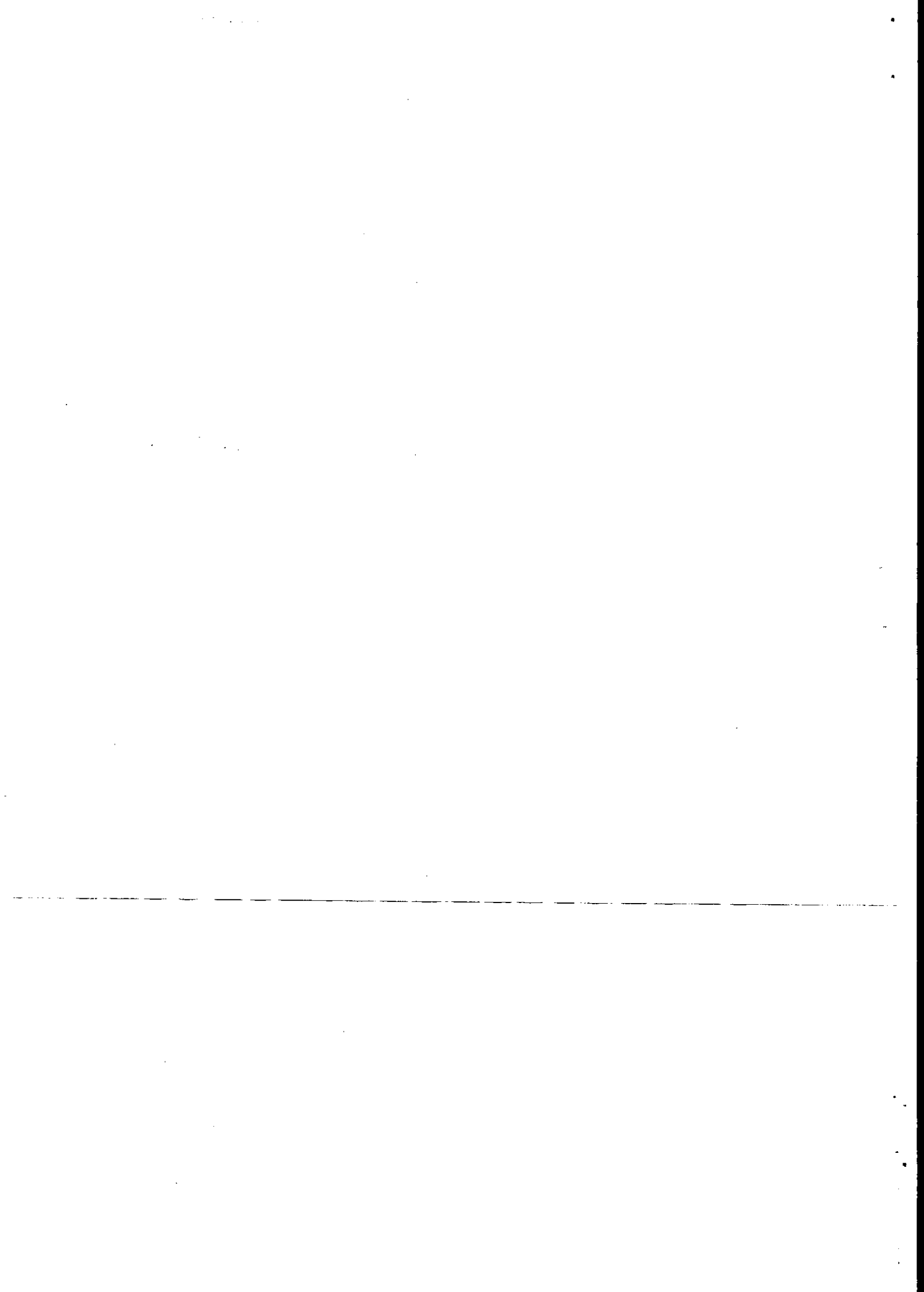
#### 91.2.4. Nastri sigillanti

Costituiti fondamentalmente da polibuteni, poliisobutileni e gomma butilica, presentano, in rapporto alle diverse formulazioni, le migliori caratteristiche di comprimibilità, adesione e resistenza all'esposizione ed all'invecchiamento. La posa in opera verrà effettuata dopo perfetta pulizia e sgrassaggio (con solventi) delle superfici di applicazione.

CAPITOLO III

**MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO  
OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE  
PAVIMENTAZIONI DIVERSE**

---



## Art. 92

## STRATI DI FONDAZIONE

## 92.1. FONDAZIONI IN PIETrame

Le fondazioni in pietrame, dello spessore prescritto (non inferiore comunque a 25 cm nel caso di strade carrabili), saranno costituite con pietre (scapoli) di cava o provenienti dagli scavi, di qualità compatta, resistenti, non suscettibili all'azione dell'acqua, e di forma troncopiramidale (eccezionalmente con ciotoloni di fiume spaccati). Esse verranno collocate nel cassonetto, ricavato nella piattaforma stradale a profondità adeguata e con fondo rullato parallelo alla sagoma stradale prescritta, e saranno opportunamente saturate.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo (argilla) o per le condizioni igrometriche possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorrerà stendere preventivamente un letto di sabbia, o comunque di materiale inerte di adatta pezzatura e di adeguato spessore (non minore di 10 cm), che verrà pagato a parte.

Le fondazioni saranno eseguite a mano, costruendo preliminarmente tre guide longitudinali (due nel caso di carreggiata di larghezza inferiore o uguale a 4 metri), una per lato della carreggiata ed una centrale, e guide trasversali a distanza di circa 10,00 m l'una dall'altra, in modo da determinare con sicurezza i piani e le livellette dell'intero strato.

Dette guide saranno eseguite con pietre scelte e di maggiori dimensioni e formeranno dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame, assestati a mano con la faccia più larga in basso, bene accostati tra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie (inzeppatura a martello) onde ridurre i vuoti al minimo. Eseguito tale lavoro si procederà alla saturazione impiegando materiale litico minuto, ovvero materiale arido e sabbione, e cilindrando fino a chiusura, se ordinato, con rullo da 16 + 18 tonnellate; tali oneri si intendono inclusi nel prezzo della fondazione.

A lavoro ultimato anche la superficie delle fondazioni dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitiva si dovrà dare alla superficie delle carreggiate.

## 92.2. FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA (340) O MISTO GRANULARE (341)

## 92.2.1. Costituzione - Caratteristiche dei materiali

Le fondazioni in terra stabilizzata o misto granulare saranno di norma costituite da una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente.

L'aggregato potrà essere sostituito da ghiaie, detriti di cava o di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (*stabilizzazione non corretta*) oppure da miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere (*stabilizzazione corretta granulometricamente*), e tali comunque da rientrare nella curva granulometrica di cui alla Tab. 98 (342). L'aggregato inoltre dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- Essere privo di elementi di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- Essere costituito, per almeno il 20% in massa, di frantumato a spigoli vivi.
- Avere un rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore o uguale a 2/3.
- Avere una resistenza alla frammentazione, determinata con la prova "Los Angeles" (norma UNI EN 1097-2) sulla frazione di granulometria 10 ÷ 14 mm, non superiore al 30% per traffico pesante (categoria LA 30 UNI EN 13242) ed al 40% (categoria LA 40) per traffico medio-leggero.
- Avere un coefficiente di frantumazione sull'aggregato passante al crivello 3/8" e trattamento dallo staccio n. 4 della serie Tyler da 4,7 mm (norme CNR, fasc. 4/1953) non superiore a 200.
- Avere un indice di plasticità (IP) non superiore a 6, un limite liquido (LL) non superiore a 25 (per traffico pesante) ed a 35 (per traffico medio-leggero), un limite di plasticità (LP) rispettivamente non inferiore a 19 e 29 ed un limite di ritiro (LR) superiore all'umidità ottima di costipamento (indice e limiti determinati sulla frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332).
- Avere un indice di portanza C.B.R. (norma ASTM D 1883-61 T o CNR-UNI 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, non minore di 50. (La prova dovrà essere eseguita sulla frazione passante al crivello 25 UNI 2334. È peraltro prescritto che tale condizione dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

TAB. 98 - Terra stabilizzata per strati di fondazione. Requisiti granulometrici (343)

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	71	100
"	"	30	70 + 100
"	"	10	30 + 70
"	"	5	25 + 55
Setaccio	2332	2	15 + 40
"	"	0,4	8 + 25
"	"	0,075	2 + 15

(340) Per terra stabilizzata si intende in generale una terra dotata di buone caratteristiche di portanza nonché di insensibilità all'acqua ed al gelo. Più in particolare v. il punto 3, Parte II, del B.U. CNR n. 169/94 (Norme Tecniche), che contempla anche il tipo di terra o misto granulare "migliorato", ritenendosi per migliorata l'impiego di modesti quantitativi di legante.

Per stabilizzazione di una terra si intende poi ogni procedimento che intenda migliorarne le proprietà meccaniche, sia al fine di aumentarne la portanza, che di conferire ad essa opportune caratteristiche (maggiore coesione ed attrito interno, insensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, ecc.). V. anche la nota che segue.

(341) V. il B.U. CNR n. 139/1992 "Norme sugli aggregati" che così definisce:

- Misto granulare naturale - tout venant: miscela di varie frazioni di un aggregato reperibile in natura e di provenienza diversa con caratteristica tali da essere idonea all'impiego senza richiedere alcuna correzione o aggiunta.
- Misto granulare corretto granulometricamente: misto granulare corretto con l'aggiunta e la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche; la correzione potrà avvenire con materiale naturale o proveniente da frantumazione.
- Misto granulare di frantumazione: misto granulare avente una porzione di aggregato frantumato maggiore del 40%.
- Misto stabilizzato: misto granulare trattato con aggiunta di legante onde migliorarne le proprietà fisiche e meccaniche, anche in presenza di acqua e gelo.

(342) Questo ove non diversamente prescritto in Elenco o dalla Direzione dei lavori che potrà fare anche riferimento alle miscele designate "0/63" o "0/80" nel prospetto 5 della norma UNI EN 13285 (in correlazione alla classificazione granulometrica generale di cui al prospetto 8 della stessa norma e con riferimento ad una delle categorie "G" riportate nello stesso prospetto per miscele classificate normale, per miscele aperte o per altre miscele).

(343) I crivelli UNI 2334 possono essere riferiti agli stacci delle norme UNI EN di prodotto (nel caso, UNI EN 13242) o agli ulteriori stacci della norma UNI EN 933-2, punto 5, tenendo presente che il rapporto tra il diametro di apertura del crivello ed il lato di maglia dello staccio è di 1,25. Ad es. il crivello di 71 mm equivale ad uno staccio di 56,8 mm.

Ove le miscele contengano oltre il 60% in massa di elementi frantumato a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate in a), b), d), e).

L'Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione Lavori i materiali che ritiene più idonei al previsto impiego sia per i componenti che per la granulometria, e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l'esito delle prove, la Direzione autorizzerà o meno l'impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

TAB. 99 - Strati di fondazione. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di misto e di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE			SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO (344)			
	TIPO 1 (***)						PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm		Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	30	30	40	40
		Dimens. max.	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	63	63	63	63
		Sens. al gelo (*)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
FRAZIONE ≤ 4 mm	TIPO 2 (****)	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	(**)	(**)	50	50
		Dimens. max.	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	63	63	63	63
		Sens. al gelo (*)	G	CNR 80/80	%	≤	(**)	(**)	30	30
		Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	≤	NP	NP	NP	6
		Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25	35	35
		Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≥	40	40	40	40
		Passante al setaccio 0,075 mm	-	CNR 75/80	%	≤	6	6	6	6

(\*) in zone considerate soggette a gelo (\*\*) Di norma non idoneo, salvo studio particolare (\*\*\*) Misti in cui l'aggregato grosso e medio è costituito da elementi duri e tenaci (\*\*\*\*) Misti costituiti da elementi teneri e frantumabili per costipamento

### 92.2.2. Modalità di esecuzione

Preventivamente alla stesa dei materiali il piano di posa delle fondazioni (sottofondo) dovrà essere opportunamente preparato, e questo sia in rapporto alle quote ed alle sagome prescritte, sia in rapporto ai requisiti di portanza (che saranno assicurati con le modalità prescritte all'art. 62). Si richiama la norma, comunque, che la densità dello strato di sottofondo preparato, di spessore non inferiore a 30 cm, dovrà essere spinta fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco di non meno del 95% del massimo ottenuto in laboratorio con la prova AASHO modificata. Sulla superficie così preparata verrà steso il materiale, in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, uniformemente miscelato con idonee attrezzature. Ove necessitasse l'aggiunta di acqua, per il raggiungimento dell'umidità prescritta o per compensare la naturale evaporizzazione, l'operazione sarà effettuata mediante appositi dispositivi spruzzatori.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non fossero tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato. Per temperature inferiori a 3 °C la costruzione verrà sospesa.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato (rulli a piede di montone, carrelli pigiatori gommati, rulli vibratorii, rulli compressorii) e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 ÷ 100% della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata (345). Inoltre dovrà ottenersi che il valore del modulo di compressione "M<sub>e</sub>" misurato su piastra di 30 cm con il metodo di cui al punto 62.1.1. (nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>), non risulti inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto; dovrà risultare liscia, regolare, esente da buche ed al controllo con regolo da m 4,50, in due direzioni ortogonali, non dovrà presentare spostamenti dalla sagoma eccedenti la misura di 1 cm.

Sullo strato di fondazione, a compattazione effettuata, sarà buona norma procedere con immediatezza all'esecuzione della pavimentazione. Se ciò non sarà possibile, si dovrà provvedere alla protezione della superficie con una mano di emulsione bituminosa saturata con graniglia.

Resta in ogni caso stabilito che l'accettazione da parte della Direzione Lavori dei materiali, delle miscele e delle modalità di impiego non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità della perfetta riuscita della pavimentazione, restando eventualmente a suo esclusivo carico ogni intervento necessario per modifiche e correzioni e, dovesse occorrere, per il completo rifacimento della fondazione.

(344) Traffico molto pesante (PP): maggiore di 3000 autoveicoli commerciali (peso totale a terra maggiore o uguale a 3 tonnellate) al giorno per senso di marcia. Traffico pesante (P): da 1100 a 3000 veicoli commerciali c.s. Traffico medio (M): da 450 a 1100 veicoli commerciali c.s. Traffico leggero (L): minore di 450 autoveicoli commerciali c.s.

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

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i} \quad \text{dove:}$$

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

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

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Art. 93  
**STRATI DI BASE**

93.1. STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO

**93.1.1. Generalità**

La massicciata di pietrisco, tanto se debba svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debba servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, sarà di norma eseguita con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nel precedente art. 42 o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco (346) sarà ottenuto con spezzatura a mano o meccanica, curando in questo caso di adoperare tipi di frantoi che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza in modo che i singoli pezzi di pietrisco risultino sani, esenti da frattura, e di forma non allungata od appiattita. La Direzione si riserva comunque la facoltà di fare allontanare dalla sede stradale, a tutte spese e rischio dell'Appaltatore, il materiale di qualità scadente (347) come pure tutti gli altri materiali e prodotti che saranno ritenuti non idonei.

Il pietrisco, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti, ai fini della misurazione, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale il profilo indicato in progetto o diversamente specificato nel presente Capitolato.

**93.1.2. Cilindratura**

La cilindratura delle massicciate si eseguirà di norma, salvo diversa prescrizione, con rullo compressore a motore del peso non minore di 14 tonnellate. Il rullo, nella sua marcia di funzionamento, manterrà una velocità oraria uniforme e di valore non superiore a 2,5 km/h. Il lavoro di compressione, o cilindratura, dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che, nel cilindrare una nuova zona, ripassi sopra una striscia di almeno 20 cm di larghezza della zona precedente e che, nel cilindrare la prima zona marginale, venga a comprimere anche una zona di banchina di pari larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o di ghiaia di spessore superiore a 15 cm, misurati in frasca. Ove dovessero ricorrere tali casi, la cilindratura sarà effettuata in due fasi, separatamente e successivamente per ciascuno strato (o frazione) di 15 cm, misurato come prima.

La cilindratura potrà essere ordinata dalla Direzione Lavori nelle tre seguenti modalità: a) - Cilindratura di tipo chiuso; b) - Cilindratura di tipo semiaperto; c) - Cilindratura di tipo aperto.

Qualunque sia comunque il tipo di cilindratura prescritto, questa dovrà essere eseguita in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene la cilindratura stessa, risulti rullata a fondo, in modo che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso (348) dovrà essere eseguita con uso di acqua, in modo limitato per evitare ristagni o rammollimenti del sottostante terreno e conseguenti rifluimenti, e con impiego durante la cilindratura di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito, scevro da materie terrose e con buon potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, purché idoneo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento restano tra gli elementi del pietrisco stesso. La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento, col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata ed in ogni caso mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto (349) dovrà essere eseguita con l'eliminazione pressoché completa dell'acqua, limitando l'uso della stessa ad un preliminare inaffiamento del pietrisco prima dello spandimento ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e ciò là dove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assettamento voluto. Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza del materiale prescritto ed impiegato per la massicciata da proteggere con i trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti. Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata oppure graniglia e pietrischetto dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata della parte inferiore della massicciata o rimangano nella parte presente che buoni pietrischi si ottengono dai calcari e dalle dolomie. I graniti, le sieniti, le dioriti, ecc. danno pietrischi molto duri ma con scarso potere legante, perciò conducono a massicciate che stentano a consolidarsi.

Questa sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla quantità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo aperto dovrà essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti vuoti.

(346) Per le definizioni di pietrisco, pietrischetto, graniglia, ecc. v. il B.U. CNR n. 139/1992.

(347) In rapporto all'impiego, è da tener presente che buoni pietrischi si ottengono dai calcari e dalle dolomie. I graniti, le sieniti, le dioriti, ecc. danno pietrischi molto duri ma con scarso potere legante, perciò conducono a massicciate che stentano a consolidarsi.

(348) Le cilindrature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam con cilindratura a fondo; per quelle da proteggere con rivestimenti per i quali non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura in superficie per favorire l'aderenza ed infine in generale dove lo strato di pietrisco serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni in cemento, in conglomerato bituminoso, in portido, ecc.

(349) Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbono proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) di bitume o catrame a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti (trattamento in semipenetrazione).

## 93.2. STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE

Saranno composti con miscele di ghiaia (pietrisco), sabbia ed argilla o con materiale "tout venant" la cui composizione granulometrica dovrà rientrare nei limiti fissati nella tabella Tab. 100, salvo diversa prescrizione.

Per i misti granulari da impiegare negli strati di base valgono in generale le stesse prescrizioni relative ai misti di fondazione (v. punto 92.2.), con le seguenti differenze:

- Il limite di liquidità (LL) non dovrà essere superiore a 25; l'indice di plasticità (IP) dovrà essere compreso fra 4 e 9.
- L'aggregato grosso dovrà essere costituito di elementi non friabili aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10 (ove per le dimensioni del materiale non fosse possibile eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione, che dovrà risultare non maggiore di 160).
- L'indice di portanza C.B.R. non dovrà essere inferiore ad 80; inoltre durante le prove di immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Il costipamento avverrà fino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 100% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata ed un modulo di compressione "M<sub>c</sub>", misurato con piastra di 30 cm (nell'intervallo compreso fra 0,35 e 0,45 N/mm<sup>2</sup>), non inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup>.

A lavoro ultimato la superficie degli strati non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 92.2.2.

TAB. 101 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	Contenuto di: - Rocce tenere, alterate o scistose - Rocce degradabili	-	CNR 104/84 CNR 104/84	%	U			1 assenti	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	U	(*)		30	30
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	U		20	25	
	Quantità di frantumato	-	-	%	U		100	70	
Sens. al gelo (**)	G	CNR 80/80	%	U	30		30		
FRAZIONE ≤ 4 mm	Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	U			NP	NP
	Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	U			25	25
	Passante al setaccio 0,075 mm Equiv. in Sabbia	ES	CNR 75/80 CNR 27/72	%	U			6	6
								50	50

(\*) Di norma non idoneo, salvo studio particolare \*\* in zone considerata soggette a gelo

## 93.3. STRATI DI BASE IN MISTO CEMENTATO (GRAVE CEMENT)

## 93.3.1. Costituzione - Caratteristiche delle miscele

Gli strati in misto cementato, sia che venissero impiegati come strati di base, sia che venissero usati come strati di fondazione (o anche di sottobase), saranno costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia o da materiali e terre provenienti da cave, fiumi o frantoi, mescolati con acqua e cemento in appositi impianti (più raramente in opera e limitatamente alle terre stabilizzate a cemento per gli strati di fondazione) e rispondenti alle caratteristiche di cui alla Tab. 102 (v. anche il relativo fuso di cui alla Fig. 24). Per tali materiali inoltre (350):

- La granulometria avrà andamento continuo ed uniforme; l'aggregato sarà costituito di elementi aventi forma poliedrica regolare, evitando quelli di forma appiattita, allungata e lenticolare.
- Il coefficiente di frantumazione dell'aggregato non dovrà essere superiore a 160; la perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2, dovrà essere inferiore al 40%.
- Il limite di liquidità (LL) dovrà risultare non superiore a 40 e l'indice di plasticità (IP) non superiore a 18; l'equivalente in sabbia sarà compreso fra 35 e 55 (la Direzione Lavori potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiori di 55 purché le quantità di cemento da aggiungere non fossero tali da provocare fessurazioni per ritiro).
- La percentuale media di legante, di norma cemento tipo A 32,5 portland, pozzolanico o d'alto forno, sarà compresa fra il 3% ed il 5% degli inerti asciutti (80 ÷ 120 kg/m<sup>3</sup>) e la quantità d'acqua per l'impasto dovrà risultare non superiore al 6% circa e prossima all'umidità ottima di costipamento (con scarto massimo del ± 2%).

TAB. 102 - Misti stabilizzati a cemento. Requisiti granulometrici (351)

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA	
UNI		mm	Passante totale in peso %	
Crivello	2334	40	100	
"	"	25	65 ÷ 100	
"	"	15	45 ÷ 70	
"	"	10	35 ÷ 60	
"	"	5	23 ÷ 45	
Setaccio	2332	2	15 ÷ 30	
"	"	0,4	6 ÷ 15	
"	"	0,18	2 ÷ 7	

(350) V. anche la Tab. 4 del B.U. CNR n. 139/92 che riporta le caratteristiche degli aggregati per strati di base in misto cementato al tipo di traffico.

(351) In alternativa ai requisiti granulometrici indicati nella Tab. 105 e rappresentati nel fuso di Fig. 24, la Direzione dei lavori potrà ordinare misti granulari (naturali o corretti) che facciano riferimento alle miscele 0/45, 0/40 o 0/31,5, di cui alla norma UNI EN 13285, prospetti 1 a 5.

L'esatto rapporto acqua-cemento verrà comunque determinato sulla base delle prove di resistenza, che verranno effettuate su provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (Norma CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (353). La miscela in studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolando il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. I provini saranno estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 7 giorni in ambiente umido.

Le resistenze saranno comprese tra 2 e 6 N/mm<sup>2</sup> se trattasi di misti di fondazione e fra 3 e 7 N/mm<sup>2</sup> se trattasi di misti da impiegare negli strati di base. Inoltre, per strati soggetti all'azione del gelo, tali resistenze dovranno essere confermate dopo 12 cicli di gelo e disgelo (prova AASHTO T 135/45) ed i provini stessi (in numero di 4) non dovranno presentare lesioni, screpolature o distacchi, né variazioni di volume superiori al 2% del volume iniziale.

### 93.3.2. Preparazione e posa in opera

La miscela sarà confezionata in appositi impianti centralizzati, con dosatura a peso o a volume. La dosatura sarà effettuata su un minimo di tre assortimenti ed il controllo sarà eseguito ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela o frazione. La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante una volta accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

La posa in opera della miscela non dovrà essere eseguita di norma con temperature ambientali inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C, né sotto pioggia battente o con sottofondi saturi d'acqua. Per temperature comprese fra 25 e 32 °C la stesa potrà essere consentita con opportuni sistemi di protezione sia nella fase di trasporto (ad esempio a mezzo di teloni) che nella fase di posa (con abbondante umidificazione del relativo piano) (354).

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 + 2 ore onde garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nei giunti longitudinali di ripresa che verranno protetti con fogli di polistirolo espanso umidificati o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una cassaforma da togliere successivamente al momento del nuovo getto; in subordine sarà necessario, prima della ripresa, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente in modo da ottenere una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Il costipamento dovrà essere effettuato in strato di spessore adeguato alla potenzialità della macchina mescolatrice e dei mezzi costipanti adoperati (rulli statici o vibranti da 8 ÷ 12 t e rulli gommati semoventi per la rifinitura), ma in ogni caso non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 ÷ 25 cm finito, fino a raggiungere una densità in sito non inferiore al 95% della densità di laboratorio eseguita su provini costipati alla densità massima AASHTO modificata.

Subito dopo il completamento dei lavori di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 kg/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere) e successivo spargimento di sabbia. Il transito in cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dalla operazione di stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

La resistenza a compressione verrà controllata su 4 provini (preparati con le stesse modalità di cui al precedente punto 93.3.1.) prelevati durante la stesa del materiale e prima del costipamento. Il prelievo avverrà per ogni 1500 m<sup>3</sup> di impasto e la resistenza sarà data dalla media dei tre valori più alti. Non saranno ammessi scarti superiori al 20% rispetto al valore di resistenza preventivamente determinato in laboratorio e comunque non saranno ammesse resistenze di valore inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 93.2.2. In difetto non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Appaltatore dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore. Lo stesso dicasi per strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altri eventi.

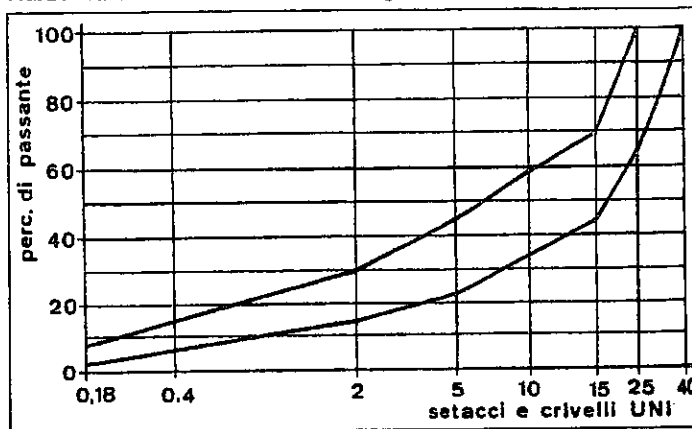
## 93.4. STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

### 93.4.1. Costituzione - Caratteristiche dell'impasto

Gli strati di base in conglomerato cementizio saranno costituiti da conglomerati per i quali valgono le norme generali espressamente riportate nel Cap. II.

Come legante si userà un cemento idraulico normale, pozzolanico o d'alto forno le cui caratteristiche dovranno

FIG. 24 - Misti stabilizzati a cemento - Fuso granulometrico (352)



(352) In alternativa ai requisiti granulometrici indicati nella Tab. 105 e rappresentati nel fuso di Fig. 24, la Direzione dei lavori potrà ordinare misti granulari (naturali o corretti) che facciano riferimento alle miscele 0/45, 0/40 o 0/31,5, di cui alla norma UNI EN 13285, prospetti 1 e 5.

(353) Per il confezionamento dei provini gli stampi (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>) verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela verrà costipata su 5 strati (previa vagliatura sul crivello UNI 25) con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180, effettuando 85 colpi per strato. Operando ripetutamente in tal modo, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello UNI 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

(354) Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 ÷ 18 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti. È opportuno comunque, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relative non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.



corrispondere alle vigenti norme di legge. L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischi (25-40), e pietrischetti (15-25 e 10-15), con granulometria regolare e ben assortita, ottenuti per frantumazione di rocce omogenee, compatte, sane e prive di alterazioni (la roccia di origine dovrà presentare una resistenza media alla compressione di almeno 125 N/mm<sup>2</sup>). L'aggregato fine sarà costituito di sabbia eminentemente silicea, di cava o di fiume, viva, dura ed aspra al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla e materie estranee.

Il cemento sarà dosato in misura non inferiore a 200 kg/m<sup>3</sup> (mediamente 280 ÷ 320 kg/m<sup>3</sup>) mentre il rapporto acqua-cemento, valutando anche l'umidità degli aggregati, dovrà essere non superiore a 0,50. La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti prescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance a quadrante di agevole lettura; la mescolazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo approvato dalla Direzione Lavori. La stessa Direzione autorizzerà o meno l'eventuale aggiunta di prodotti plastificanti o aeranti, restando le spese per i provvedimenti del genere a carico dell'Appaltatore (355).

#### 93.4.2. Modalità di posa in opera

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato si richiamano anche qui le norme generali di cui al Cap. II. Prima di addivenire comunque alla posa del conglomerato l'Appaltatore avrà cura di fornire e stendere a sue spese, ove prescritto dalla Direzione Lavori, uno strato continuo ed uniforme di sabbia di spessore non inferiore a 2 cm.

Per il contenimento e la regolazione del conglomerato durante il getto, ove l'Appaltatore non ricorresse all'impiego di macchine a casseforme scorrevoli, saranno impiegate guide metalliche dei tipi usuali, composte da elementi di lunghezza minima di 3 m e del peso di almeno 20 kg/m, uniti di larga base e di opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere eseguito in modo continuo per tutta la lunghezza della strada in una sola volta, oppure a metà per volta o per strisce: queste ultime dovranno corrispondere alle linee di separazione delle diverse corsie. Il lavoro di getto non dovrà essere interrotto che in corrispondenza di un giunto trasversale, preferibilmente di dilatazione.

Il costipamento e la finitura del conglomerato dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione di tipo adatto ed approvato dalla Direzione Lavori, automoventisi sulle guide metalliche laterali (tranne il caso di impiego di operatrici full-worker) e tali da assicurare una azione simultanea ed uniforme sull'intera larghezza della striscia di lavorazione. A vibrazione ultimata lo strato di calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore nonché privo di formazioni di pasta cementizia in spessore nella parte superficiale.

A distanza opportuna, e comunque non superiore a 50 m (salvo diversa prescrizione), verranno realizzati dei giunti di dilatazione i cui esecutivi, ove non previsti in progetto, saranno predisposti dalla Direzione Lavori.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali ed alle livellette di progetto e risultare uniforme, scabra e senza irregolarità.

#### 93.5. STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (BASE COURSE)

Gli strati di base in misto bitumato saranno costituiti da una miscela granulometrica di ghiaia (o pietrisco), sabbia ed eventuale additivo (più raramente con materiale "tout-venant" e limitatamente agli strati di fondazione), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento degli aggregati, e stesa in opera mediante macchina vibrofibratrice.

##### 93.5.1. Caratteristiche degli inerti

Gli inerti da impiegare per la preparazione del misto bitumato dovranno essere costituiti di elementi sani, durevoli, puliti, esenti da polvere e materiali estranei, di forma regolare, non appiattita né allungata o lenticolare, e rispondenti alle seguenti caratteristiche (356):

- Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103 (357).
- Coefficiente di frantumazione (*ex norme* CNR, Fasc. IV/53), ove richiesto, non superiore a 160.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 - AASHO T 96 - UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.
- Equivalente in sabbia (prove AASHO T 176/56 - CNR, B.U. 27/92 - UNI EN 933-8), maggiore di 45.
- Limiti di liquidità (LL - ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM) inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA
UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334 40	100
"	" 30	60 ÷ 95
"	" 20	85 ÷ 90
"	" 10	45 ÷ 70
"	" 5	28 ÷ 50
Setaccio	2332 2	15 ÷ 32
"	" 0,4	6 ÷ 18
"	" 0,18	4 ÷ 6
"	" 0,075	0 ÷ 4

##### 93.5.2. Leganti - Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno essere impiegati bitumi semisolidi di classe 50/70 (in stagione medio-calda) e 70/100 (in stagione fredda), salvo diversa prescrizione, rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente

(355) La consistenza, misurata con lo "slump test", dovrà essere compresa fra 2,5 ÷ 4 cm per il conglomerato vibrato e fra 5 ÷ 7,5 cm per quello costipato con mezzi normali.

(356) V. anche la Tab. 3 del B.U. CNR n. 139/92; più avanti riportata nella tab. 104. V. in ogni caso la norma UNI EN 13108-1 riportata al punto 94.6.1.

(357) Ove non diversamente prescritto, in ogni caso la Direzione dei lavori avrà facoltà di prescrivere fusi granulometrici diversi tra cui, ad esempio, le miscele 0/56 o 0/63, categoria G<sub>A</sub>, della norma UNI EN 13285.

TAB. 104 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati per misti bitumati e conglomerati bituminosi aperti (B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE	SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
					PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:		%	≤	1	1	1	1
	- Rocce tenere, alterate o scintose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1
	- Rocce degradab.	-	CNR 104/84	%	≤	25	25	30
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	20	20	25
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	90/90	90/30	70/20
	Quantità di frantumato (****)	-	-	%	≥	40	40	40
	Dimensione max.	Dmax.	CNR 23/71	mm		30	30	30
	Sens. al gelo (*)	G	CNR 80/80	%	≤	1	1	1
Pass. al setaccio 0,075 (**)	-	CNR 75/80	%	≤	5	5	5	
Spogliamento in acqua a 40 °C (***)	-	CNR 138/92	%	≤				
Frazione ≤ 4 mm	Contenuto di:		%	≤	1	1	1	1
	- Rocce tenere, alterate o scistose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1
	- Rocce degradab.	-	CNR 104/84	%	≤	50	50	50
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≥	NP	NP	NP
	Indice Plastic	IP	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25	25
	Limite Liquido	WL	CNR-UNI 10014	%	≤			

(\*) in zone considerate soggette a gelo; (\*\*) Ad accettazione della polvere di frantoio; (\*\*\*) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione; (\*\*\*\*) I primi valori si riferiscono ai conglomerati bituminosi per strato di base, i secondi ai misti bitumati.

Capitolato ed aventi un indice di penetrazione (IP) compreso nell'intervallo -1/+1 (358).

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa fra il 3,5 ed il 4,5% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall (359) e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58), eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 6 kN;
- rigidità Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (quest'ultimo misurato in mm), superiore a 200;
- percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall compresa fra il 4 e l'8%.

L'Appaltatore, previa prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione, l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esami periodici sulle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 30 UNI 2334.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso e di sabbia maggiore di  $\pm 5$  sulla percentuale corrispondente della curva granulometrica (360) prescelta e di  $\pm 1,5$  sulla percentuale di additivo (361); per il bitume non sarà ammesso uno spostamento superiore a  $\pm 0,3$  sulla percentuale stabilita.

### 93.5.3. Confezione e posa in opera

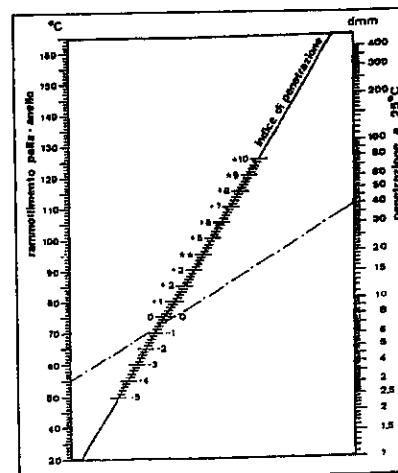
Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali atte ad assicurare il perfetto essiccamento, controllo granulometrico e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento e riscaldamento del bitume. Nel caso in cui venisse impiegato bitume di penetrazione 70/100, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, quella del legante tra 150 e 180 °C. All'uscita del mescolatore la temperatura del conglomerato non dovrà essere inferiore a 140 °C. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. I tempi di mescolamento non dovranno mai essere inferiori a 30 secondi.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sarà stata accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa del conglomerato non andrà effettuata in condizioni ambientali sfavorevoli; strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 120 °C, in strati finiti di spessore non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stesa venisse operata in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano d'attacco di emulsione bituminosa (del tipo ER 55 o ER 60) in ragione di 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

I giunti di ripresa e quelli longitudinali dovranno essere eseguiti assicurando l'impermeabilità e l'adesione delle superfici a contatto mediante spalmatura con legante bituminoso. La sovrapposizione degli strati dovrà effettuarsi in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi, a temperatura elevata e con rulli leggeri tandem (4 ÷ 8 t) a rapida inversione di marcia nel primo e con



(358) L'indice di penetrazione viene determinato a mezzo del nomogramma riportato nella figura a fianco (Pfeiffer e Doormaal).

(359) Per stabilità "Marshall" si intende il massimo carico, in kN, registrato in una prova con apparecchio di pari nome secondo normalizzazione ASTM.

(360) Si può aggiungere che a seconda dello spessore previsto per lo strato, la composizione granulometrica della miscela degli aggregati sarà definita da una curva prossima al limite inferiore del fuso riportato nella Tab. 106 (spessori maggiori) o prossima alla curva limite superiore (spessori minori).

(361) L'eventuale additivo, proveniente da macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovrà essere passante al 100% al setaccio UNI 0,18 ed al 90% a quello UNI 0,075.

rulli compressori da 10 ÷ 14 t, ovvero con rulli gommati da 10 ÷ 12 t, nel secondo tempo ed a stretta successione. A costipamento ultimato, e prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, si dovrà verificare che la massa volumica (densità) del conglomerato non sia inferiore al 98% del valore massimo ottenuto in laboratorio in uno con la prova di stabilità Marshall. Unitamente dovrà verificarsi che la percentuale dei vuoti residui non risulti superiore all'8%.

La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1,00 cm, controllando a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza disposto su due direzioni ortogonali. La tolleranza sullo spessore sarà consentita fino ad un massimo del  $\pm 10\%$ , con un massimo assoluto di  $\pm 1,5$  cm.

#### Art. 94

### STRATI DI PAVIMENTAZIONE

#### 94.0. PREPARAZIONE DELLE CARREGGIATE

L'applicazione sulla superficie della massiciata cilindrata di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi o asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

La pulitura della superficie della massiciata si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massiciata, o che l'acqua possa, in rapporto al costipamento di quest'ultima, procurare danni o sconessioni. Per leganti a caldo, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi e verrà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della carreggiata.

Qualora le carreggiate da rivestire con pavimenti bituminosi risultassero già dotate di vecchie pavimentazioni in basolato, selciato, ecc. si avrà cura oltre che di controllare il perfetto assetamento delle stesse, di procedere alla rimozione del materiale esistente tra le connessioni ed in tutti i vuoti esistenti e successivamente alla depolverizzazione.

Qualora le facce superiori delle basole e delle pietre del selciato non fossero sufficientemente ruvide, sarà necessario procedere all'irruvidimento delle stesse a mezzo scalpellatura meccanica. Il relativo onere, ove non compreso nel prezzo della pavimentazione, sarà compensato a parte.

#### 94.1. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE (362)

La superficie stradale dovrà essere preparata come prescritto al punto precedente; inoltre, immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti, di prima o di seconda mano, l'Appaltatore delimiterà i bordi del trattamento con un arginello di sabbia onde ottenere la profilatura dei margini.

Preparata la superficie da trattare si procederà allo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% nella quantità, di norma, di 3,00 kg/m<sup>2</sup> (prima mano). Tale applicazione sarà effettuata in due tempi. In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi 2,00 kg/m<sup>2</sup> di emulsione e 12,00 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> di pietrischetto 10/15 (363). In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà applicata alla superficie l'ulteriore quantitativo di 1 kg/m<sup>2</sup> di emulsione e saranno sparsi 8 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> di graniglia 5/10 (364). Allo spargimento sia del pietrischetto che della graniglia seguirà sempre una leggera cilindatura con rullo compressore a tandem.

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione del quantitativo prescritto; la stessa uniformità ed esattezza dovrà inoltre essere garantita nello spandimento del materiale lapideo. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento dell'emulsione ne sia rallentata la rottura; pertanto, ove nella stagione calda la massiciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Aperta la strada al traffico, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno 8 giorni dal trattamento, il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo, se del caso, alla aggiunta di graniglia. Dopo 8 giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (*spalmatura*, che costituirà il manto d'usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto, all'occorrenza, ad una accurata rappazzatura della già fatta applicazione, ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappazzatura sarà eseguita di norma con l'impiego di pietrischetto bitumato, previa regolarizzazione, con taglio netto dei bordi, della zona di intervento.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà di non meno di 1,2 kg/m<sup>2</sup>, salvo una maggiore quantità disposta dall'Elenco Prezzi. Allo spandimento di emulsione seguirà lo spargimento della graniglia di saturazione, in quantità complessiva di 10 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura. La graniglia proverrà da rocce aventi resistenza a compressione non inferiore a 150 N/mm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente Deval non inferiore a 14. Nella pezzatura dovrà evitarsi il moniglio in modo che, a lavoro ultimato, si possa avere una superficie sufficientemente scabra.

L'Appaltatore comunque resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni dai risultati non soddisfacenti o che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

(362) Per la definizione dei trattamenti v. il punto 3, Parte I, del B.U. CNR n. 169/94.

(363) Stacci 6/12 UNI EN 13242.

(364) Stacci 4/8 UNI EN 13242.

## 94.2. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO

### 94.2.1. Trattamento con graniglia a secco

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono in tutto le norme stabilite al punto precedente. La Direzione Lavori darà le sue prescrizioni per l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i  $3 \text{ kg/m}^2$  in due tempi, con susseguente aumento del materiale di copertura.

L'applicazione di bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatto con  $1 \text{ kg/m}^2$  di bitume, facendo precedere un'accurata ripulitura a secco del trattamento a semipenetrazione; tale ripulitura sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari (da eseguirsi con pietrischetto bitumato). Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco (periodo maggio/settembre e comunque in assenza di freddo, umidità o pioggia).

Il bitume sarà riscaldato alla temperatura di  $160 + 180 \text{ }^\circ\text{C}$  entro adatti apparecchi che ne permettano il controllo. L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione, purché sia garantita l'uniforme distribuzione del quantitativo di bitume prescritto per unità di superficie.

Il piano della massicciata così bitumato dovrà essere subito saturato con spandimento di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito (con pezzatura corrispondente per circa il 70% alla massima dimensione), con caratteristiche di cui al punto 94.1. Il quantitativo da impiegarsi non dovrà essere inferiore a  $12 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di massicciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore a 14 t. Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli.

Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massicciata, l'Appaltatore provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, evitando ad un tempo modifiche di sagoma.

### 94.2.2. Trattamento con graniglia oleata

Nelle zone di notevole altitudine, nelle quali a causa della insufficiente temperatura della strada la graniglia non potrà essere compiutamente rivestita dal bitume, si eseguirà il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata. Pulita pertanto accuratamente la superficie stradale, preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 180/200 preventivamente riscaldato alla temperatura di  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  verrà spruzzato sulla massicciata nella quantità di  $1 \text{ kg/m}^2$ , quindi verrà coperto con graniglia e pietrischetti, oleati in precedenza, in quantità di  $13 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ . Successivamente si procederà alla compressione con rullo di  $8 + 10$  tonnellate.

La graniglia ed il pietrischetto avranno pezzature 5/15 e se possibile 5/20; lo stendimento, nella quantità di cui in precedenza, verrà effettuato separatamente per granulometria, usando per 4/5 pietrischetto di granulometria 10/15 e 10/20. La preventiva oleatura della graniglia e del pietrischetto verrà effettuata con oli minerali in ragione di  $15 + 17 \text{ kg/m}^3$ , adoperando mescolatrici comuni o impastatrici a motore.

## 94.3. TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Sarà effettuato con due mani di bitume a caldo, per la seconda delle quali verrà adottato lo stesso sistema di cui al punto 94.2.1. Di norma si adopererà  $1,25 \text{ kg/m}^2$  di bitume a caldo per la prima mano e  $0,80 \text{ kg/m}^2$  per la seconda, con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

## 94.4. TRATTAMENTO CON POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA

Potrà essere di vari tipi. Nel tipo corrente, quale quello superficiale a freddo per applicazioni su nuove massicciate, occorreranno le seguenti operazioni: preparazione del piano viabile; oleatura dello stesso piano e del pietrischetto; formazione del manto di copertura con trattamento ad elementi miscelati; stesa e rullatura del manto.

Per la preparazione del piano viabile dovrà preliminarmente procedersi ad una accurata depolverizzazione e raschiatura della massicciata cilindrata esistente, così da ottenere elementi di mosaico con interstizi totalmente scarniti e profondi circa 1-cm. L'oleatura del piano viabile e del pietrischetto, necessaria per l'ancoraggio del manto, sarà effettuata sulla massicciata asciutta, con spruzzatori meccanici capaci di suddividere finemente il legante e di distenderlo in modo uniforme e continuo, impiegando per il trattamento un quantitativo di olio di  $0,25 + 0,30$  litri per unità di superficie.

Per la formazione del manto di usura, trattandosi di nuovo impianto, si preferirà il sistema *ad elementi miscelati*. A tale scopo si procederà preliminarmente alla disintegrazione della polvere di roccia asfaltica, in modo da ottenere polvere completamente sciolta (priva di grumi superiori a 5 mm); ottenuta quindi la miscela, con pietrischetto 10/20 oleato nella percentuale in massa del  $40 + 50\%$  e polvere nella percentuale del  $60 + 50\%$ , si dovrà impiegare non meno di 30 kg della stessa per metro quadrato di manto. In ogni caso il quantitativo minimo di polvere non dovrà essere inferiore a  $15 \text{ kg/m}^2$ .

Quando invece per ottenere un maggiore ancoraggio del manto di usura si preferisse intervenire su massicciata già protetta con precedente trattamento bituminoso, si impiegherà un quantitativo di polvere minore, intorno a  $10 \text{ kg/m}^2$ , e si procederà alla formazione del manto di usura mediante trattamento *ad elementi separati*.

Il quantitativo di olio da adoperarsi si ridurrà, per l'oleatura del piano viabile, a  $0,15-0,20 \text{ kg/m}^2$  e dopo tale operazione si provvederà alla stesa della polvere di roccia asfaltica non prima di mezz'ora, in modo che l'olio possa esercitare la sua azione solvente sul legante del vecchio manto. Non appena poi lo strato di polvere avrà estensione tale da consentire una lavorazione regolare, si provvederà alla stesa del pietrischetto, usando  $8 + 10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di materiale totalmente asciutto preventivamente oleato a freddo (con adatta impastatrice e con impiego di  $25 + 30 \text{ kg/m}^3$  di olio).

Nella stesa generale si accantonerà una percentuale di polvere del  $5 + 10\%$ , polvere che si stenderà in un secondo tempo, a fine cilindatura, per assicurare una sufficiente chiusura in superficie (sigillo).

#### 94.5. TRATTAMENTO A SEMIPENETRAZIONE E PENETRAZIONE CON BITUME A CALDO

Preparato il piano stradale con cilindratura a secco e mosaico superficiale sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180 °C con inaffiatrici-distributrici a pressione, in quantità di 2,5 kg/m<sup>2</sup> in modo di avere una regolare penetrazione nei vuoti della massicciata e una esatta ed uniforme distribuzione; allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia assorbito per intero.

A bitume ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura 15/20, sino a ricoprire totalmente il bitume ed in quantità non inferiore a 20 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, provvedendo poi alla cilindratura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata. Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Appaltatore dovrà provvedere ad eliminarle con ricarico di pietrischetto e bitume, sino alla normale sagoma stradale.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura per il manto di usura con 1,2 kg/m<sup>2</sup> di bitume dato a caldo, usando per ricoprimento 15 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> di pietrischetto e graniglia 5/15 di elevata durezza e provvedendo alla cilindratura sino ad ottenere un manto uniforme.

Quando si volesse provvedere ad una pavimentazione in bitume a caldo, il cosiddetto *bitume colato*, si dovrà attuare l'esecuzione solo nei mesi estivi. Precedentemente, il sottofondo cilindrato ed asciutto dovrà essere accuratamente ripulito in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di cm 10, costituito di elementi di pezzatura 40/70, di Dèval 14, bene assortiti fra loro ed esenti da polvere.

Proceduto ad una prima leggera rullatura senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, si predisporrà il bitume riscaldato a temperatura 160 °C + 180 °C in adatti apparecchi e lo si spargerà in modo che siano garantite la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della complessiva quantità di 3,5 kg/m<sup>2</sup>.

Quando l'ultimo bitume affiorante dalla superficie sarà ancora caldo, si procederà allo spargimento uniforme di uno strato di pietrisco di pezzatura 20/25 della qualità più dura e resistente fino a ricoprire il bitume, riprendendo poi la cilindratura sino ad ottenere il completo costipamento, così che gli interstizi della massicciata dovranno in definitiva essere completamente riempiti di bitume e chiusi dal pietrisco.

#### 94.6. STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (*BINDER COURSE*)

##### 94.6.0. Generalità - Normativa di riferimento

Lo strato di collegamento (*binder*) in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di usura, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (*AC - Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura **CE**, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme (365):

UNI EN 13108-1 -	Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte I:	Conglomerato bituminoso prodotto a caldo.
UNI EN 13108-2 -	" " " " - Parte II:	Conglomerato bituminoso per strati molto sottili.
UNI EN 13108-4 -	" " " " - Parte IV:	Conglomerato bituminoso chiodato.
UNI EN 13108-5 -	" " " " - Parte V:	Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso.
UNI EN 13108-7 -	" " " " - Parte VII:	Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti.

##### 94.6.1. Caratteristiche degli inerti

Gli aggregati dovranno possedere i requisiti di cui al punto 42.7. del presente Capitolato, ed in ogni caso dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità "2+" o "4" secondo prescrizione.

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti ai seguenti requisiti:

- Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR - Fasc. IV/1953).
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 - UNI EN 1097-2) inferiore al 25% (v. più in particolare la Tab. 109).
- Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 = UNI EN 1097-3).
- Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- Materiale non idrofilo.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione sopra indicati, verrà effettuato, se non diversamente disposto, secondo la norma di cui al B.U. CNR n. 93/63. In ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, poliedrici con spigoli vivi, ruvidi e puliti.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%.

Gli additivi minerali (*fillers*) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asfaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM (366).

TAB. 105 - Conglomerato bituminoso per binder. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA	
UNI	mm	Pessante totale in peso %	
Crivello	2334	25	100
"	"	15	65 ÷ 100
"	"	10	50 ÷ 60
"	"	5	30 ÷ 60
Setaccio	2332	2	20 ÷ 45
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,18	5 ÷ 15
"	"	0,075	4 ÷ 8

(365) In coerenza da marzo 2008.

(366) Per i requisiti dei fillers v. anche il punto 5 della norma UNI EN 13043.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 105 (v. anche la Tab. 106 che prevede una dimensione massima degli inerti di 30 mm).

TAB. 106 - Strati di collegamento. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE	SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO				
					PP	P	M	L	
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocca tenere, alterate o scistose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocca degradabili	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	22	25	30	40
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	-	-
	Micro Daval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Quantità di frantumato	-	-	%	≤	90	90	80	70
	Dimensione max. <=2/3	Dmax	CNR 23/71	mm		30	30	30	30
	epess. strato e in ogni caso	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
	Sans. al gelo (1)	-	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2
Passanta al setaccio 0,075 (2)	-	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5	
Spogliamento in acqua (3)	la	CNR 95/84	%	≤	20	25	30	35	
Indica appiatt.									
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato	-		%	≤	40	40	-	-
	Passate al setaccio 0,075 (2)	ES	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia		CNR 27/72	%	≤	50	50	40	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine		CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passanta 0,18	mm	CNR 23/71	%	≥	100	100	100	100
	0,075	mm	CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
	ind. Plasticità	IP	CNR UNI 10014	%	-	NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%		%	-	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Δ PA				Par tutte le categorie di traffico			
						Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante	
					1,5	Δ PA ≥ = 5			
					2,0	≥ = 12			
					2,5	≥ = 25			
					3,0	≥ = 40			

In ogni caso per la miscela dovranno essere rispettati i limiti minimo e massimo di composizione di cui alle Tab. 1 e 2 del punto 5.2.1.2. della UNI EN 13108-1, la Tab. 1 riportandosi a seguito, in lingua originale (a meno delle note).

TAB. 1, UNI EN 13108-1 - Overall limits of target composition - basic sieves set plus set 1.  
(Limiti estremi di composizione - Setacci del gruppo di base più gruppo 1)

D (*)	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	18	22 (22,4)	32 (31,5)
Sieve mm	Passing sieve % by mass						
1,4 D <sup>a</sup>	100	100	100	100	100	100	100
D	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100
2	50 to 85	15 to 72	10 to 72	10 to 60	10 to 50 <sup>b</sup>	10 to 50 <sup>b</sup>	10 to 50
0,083	5,0 to 17,0	2,0 to 15,0	2,0 to 13,0	2,0 to 12,0	0 to 12,0	0 to 11,0	0 to 11,0

(\*) Misura superiore dallo staccio, in mm.

#### 94.6.2. - Leganti - Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno venire impiegati bitumi solidi del tipo 50/70 o 70/100 (secondo la stagione ed in rapporto alle prescrizioni della Direzione dei lavori), rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente Capitolato ed aventi indice di penetrazione (IP - v. punto 93.5.2.) compreso tra - 1/+1. Potranno venire impiegati anche, in rapporto alle prescrizioni, bitumi modificati EN 14023 o bitumi duri (hard grade bitumen) prEN 13924.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4% ed il 5,4% (B min 4,0 e B min 5,4 - Tab. 13 UNI EN 13108-1) e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prove CNR, B.U. n. 30/1973 - UNI EN 13108-20) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 7,5 kN (categoria S min 7,5 Tab. 14 UNI EN 13108-1);
- scorrimento (in prova Marshall) compreso tra 1 e 4 mm (categorie F1 e F4 Tab. 16 UNI EN 13108-1);
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità misurata in dN o kg e lo scorrimento misurato in mm) in ogni caso superiore a 300 (367);
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall) compresa fra il 4% e l'8%;
- volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso fra il 4% ed il 10%.

(367) 3,0 kN/mm (categoria Q min 3,0 UNI EN 13108-1).

In ogni caso per quanto riguarda la percentuale dei vuoti (categ.  $V_{max}$  e  $V_{min}$ ), la sensibilità all'acqua (in direct tensile strength ratio -  $ITSR$  %) la resistenza all'abrasione (maximum abrasion value -  $AbrA$  - ml), la resistenza alla deformazione permanente (categ.  $P$ ,  $WTS_{AIR}$ ,  $PRD_{AIR}$ ), la resistenza al fuoco, ai carburanti, ecc. sarà fatto riferimento alle specifiche tabelle della UNI EN 13108-1 che indicano le relative categorie in rapporto alle percentuali ed alle grandezze interessate.

L'Appaltatore, previa prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esame periodico sulle miscele prelevate sia presso l'impianto di produzione, sia in cantiere immediatamente prima della stesa, e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 25 UNI 2334.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto della miscela in valori superiori a quelli riportati nell'ultimo capoverso di cui al punto 93.5.2.

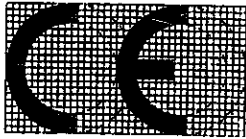
#### 94.6.3. Identificazione

Il documento di consegna del materiale dovrà contenere almeno le informazioni di cui al punto 7 della UNI EN 13108-1, tra cui: nome del produttore ed impianto di produzione; designazione della miscela con: AC (Asphalt Concrete), D (dimensione massima dell'aggregato), destinazione del conglomerato (strato di usura, di collegamento o di base), tipologia del legante dettagli sugli additivi impiegati; dettagli sull'osservanza dei punti 5.2.8 e 5.2.9 della norma nel caso di impieghi aeroportuali.

#### 94.6.4. Marcatura ed etichettatura CE

Le seguenti informazioni dovranno accompagnare la marcatura CE: numero di identificazione dell'Organismo di Certificazione; nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno nel quale è stata applicata la marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali indicati nelle Tab. ZA.1 e ZA.1b della norma.

TAB. ZA.1a e ZA.1b - Esempio di informazioni per marcatura CE come da prescrizioni generali, empiriche e fondamentali

 01234 AnyCo Ltd, PO Box 21, B-150 06 01234-CPD-00234 EN 13108-1 <b>Asphalt Concrete for roads and other trafficked areas</b> AC 16 surf 70/100 euro asphalt plant S24 <b>General requirements + fundamental requirements</b> Void content - maximum $V_{max7}$ (7,0%) - minimum $V_{max2}$ (2,0%) Water sensitivity $ITSR_{90}$ (90%) Resistance to abrasion by studded tyres: $Abr_{A40}$ (40ml)	<table border="0"> <tr> <td>Reaction to fire</td> <td colspan="2">Euroclass Cfl *</td> </tr> <tr> <td>Temperature of the mixture</td> <td colspan="2">140 °C to 180 °C</td> </tr> <tr> <td>Grading (passing)</td> <td>22,4 mm sieve</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16 mm sieve</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,2 mm sieve</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,6 mm sieve</td> <td>62%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 mm sieve</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,500 mm sieve</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,250 mm sieve</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,063 mm sieve</td> <td>5,8%</td> </tr> <tr> <td>Binder content</td> <td colspan="2"><math>B_{min 5,0}</math> (6,0%)</td> </tr> <tr> <td>Stiffness</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>- minimum</td> <td colspan="2"><math>S_{min1 800}</math> (1 800 MPa)</td> </tr> <tr> <td>- maximum</td> <td colspan="2"><math>S_{max9 000}</math> (9 000 MPa)</td> </tr> <tr> <td>Resistance to permanent deformation *</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>- large size device: proportional rut depth</td> <td colspan="2"><math>P_5</math> (5,0%)</td> </tr> <tr> <td>- small size device wheel tracking slope</td> <td colspan="2"><math>WTS_{AIR10,0}</math> (10 mm)</td> </tr> <tr> <td>- small size device: proportionei rut depth</td> <td colspan="2"><math>PRD_{AIR9,0}</math> (9,0%)</td> </tr> </table> <p>* Stating test conditions selected in accordance with EN 13108-20.</p>	Reaction to fire	Euroclass Cfl *		Temperature of the mixture	140 °C to 180 °C		Grading (passing)	22,4 mm sieve	100%		16 mm sieve	95%		11,2 mm sieve	88%		5,6 mm sieve	62%		2 mm sieve	40%		0,500 mm sieve	33%		0,250 mm sieve	22%		0,063 mm sieve	5,8%	Binder content	$B_{min 5,0}$ (6,0%)		Stiffness			- minimum	$S_{min1 800}$ (1 800 MPa)		- maximum	$S_{max9 000}$ (9 000 MPa)		Resistance to permanent deformation *			- large size device: proportional rut depth	$P_5$ (5,0%)		- small size device wheel tracking slope	$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)		- small size device: proportionei rut depth	$PRD_{AIR9,0}$ (9,0%)	
Reaction to fire	Euroclass Cfl *																																																						
Temperature of the mixture	140 °C to 180 °C																																																						
Grading (passing)	22,4 mm sieve	100%																																																					
	16 mm sieve	95%																																																					
	11,2 mm sieve	88%																																																					
	5,6 mm sieve	62%																																																					
	2 mm sieve	40%																																																					
	0,500 mm sieve	33%																																																					
	0,250 mm sieve	22%																																																					
	0,063 mm sieve	5,8%																																																					
Binder content	$B_{min 5,0}$ (6,0%)																																																						
Stiffness																																																							
- minimum	$S_{min1 800}$ (1 800 MPa)																																																						
- maximum	$S_{max9 000}$ (9 000 MPa)																																																						
Resistance to permanent deformation *																																																							
- large size device: proportional rut depth	$P_5$ (5,0%)																																																						
- small size device wheel tracking slope	$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)																																																						
- small size device: proportionei rut depth	$PRD_{AIR9,0}$ (9,0%)																																																						

#### 94.6.5. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti in impianti fissi, approvati dalla Direzione Lavori e tali da assicurare: il perfetto essiccamento, la separazione dalla polvere ed il riscaldamento uniforme dell'aggregato grosso e fino; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura; la perfetta dosatura degli stessi; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Ove si impiegasse bitume di penetrazione 70/100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C (155-180 °C per bitume 60/80), quella del legante tra 150 e 180 °C. La temperatura del conglomerato, all'uscita del mescolatore, non dovrà essere inferiore a 150 °C (v. più in particolare la tabella a fianco che riproduce parzialmente la Tab. 11 della UNI EN 13108-1).

Nell'apposito laboratorio installato in cantiere a cura dell'Appaltatore (368) dovrà essere effettuata la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione. Inoltre, con frequenza giornaliera e comunque ogni 1000 tonnellate di materiale prodotto:

- la verifica della composizione del conglomerato (inerti, additivo, bitume);

TAB. 107 - Temperature limiti delle miscele

CLASSE DEL BITUME	Temperatura (°C)
20/30	160 - 200
30/45	155 - 195
35/50 40/60	150 - 190
50/70 70/100	140 - 180
100/150 160/220	130 - 170

- la verifica della stabilità Marshall, prelevando la miscela all'uscita del mescolatore (e confezionando i provini senza alcun riscaldamento, per un ulteriore controllo sulla temperatura di produzione) o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato steso e compattato (massa volumica e percentuale dei vuoti residui). Si controlleranno frequentemente le caratteristiche del legante impiegato e le temperature di lavorazione. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno muniti di termometri fissi.

Prima di procedere alla stesa degli strati di pavimentazione si procederà ad un'accurata pulizia della superficie preesistente mediante lavaggio o energica ventilazione. Sulla superficie stessa sarà steso un velo di emulsione tipo ER 55 o ER 60, in ragione di 0,8 kg/m<sup>2</sup>, in modo da ottenere un buon ancoraggio dello strato da stendere.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici finitrici, di tipo approvato dalla Direzione. Il materiale verrà steso a temperatura non inferiore a 120 °C. Le operazioni di stesa dovranno essere interrotte ove le condizioni atmosferiche non fossero tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presentasse comunque bagnato o avesse temperatura inferiore a 5 °C; per temperatura tra 5 e 10 °C, la Direzione potrà prescrivere alcuni accorgimenti quali l'innalzamento della temperatura di confezionamento e la protezione durante il trasporto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale; ove il bordo di una striscia fosse stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e del giunto longitudinale tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione alle superfici di contatto. Per il giunto longitudinale tale operazione potrà venire comunque evitata ove la stesa avvenisse ad opera di macchine vibrofinitrici affiancate. La sovrapposizione degli strati dovrà avvenire in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm.

La rullatura dovrà essere eseguita alla temperatura più elevata possibile, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia con massa di 4 ÷ 8 tonnellate; proseguirà poi con passaggi longitudinali ed anche trasversali; infine il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 10 ÷ 14 t o con rullo gommato da 10 ÷ 12 tonnellate. Al termine di tali operazioni si dovranno effettuare i controlli di compattezza, operando su campioni prelevati dallo strato finito (tasselli o carote).

A lavoro ultimato la superficie dovrà presentarsi assolutamente priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4,00 m, posta a contatto della superficie in esame, dovrà aderirvi con uniformità e comunque non dovrà presentare scostamenti di valore superiore a 4 mm. Non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno sugli spessori di progetto di ciascuno degli strati di pavimentazione; questi dovranno avere uno spessore finito non inferiore a 4 cm se trattasi di strati di collegamento e non inferiore a 2 cm se trattasi di strati di usura.

#### 94.7. STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (SURFACE COURSE)

##### 94.7.0. Generalità - Normativa di riferimento

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di collegamento, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (AC - Asphalt Concrete) dovrà essere fornito di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme UNI EN riportate al precedente punto 94.6.0. e le indicazioni di cui ai punti 94.6.3 e 94.6.4. Vale in generale quanto riportato al precedente punto 94.6., per quanto compatibile, in tema di conglomerati bituminosi prodotti a caldo.

##### 94.7.1. Caratteristiche degli inerti

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere anche di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti oltre ai requisiti generali di cui al punto 94.6.1. anche ai seguenti requisiti (369):

- Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 - UNI EN 1097-2).
- Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953) (370).
- Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto 94.6.1.; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 108 (v. anche la Tab. 109).

TAB. 108 - Conglomerato bituminoso per strato di usura. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA	
UNI	mm	Passante totale in peso %	
Crivello	2334	15	100
"	"	10	70 ÷ 100
"	"	5	45 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 45
"	"	0,4	12 ÷ 25
"	"	0,18	7 ÷ 15
"	"	0,075	5 ÷ 10

(369) Più in particolare, in rapporto al tipo di traffico, saranno osservate le norme più restrittive di cui alla Tab. 8 di cui al B.U. CNR n. 139/92. Ove non diversamente specificato, per tipo di traffico sarà fatto riferimento a quello molto pesante (PP).

(370) L'indice dei vuoti "e" (rapporto tra il volume dei vuoti, compreso quello occupato dall'acqua, ed il volume dei granuli) e la porosità "n" (rapporto tra il volume dei vuoti e quello totale) sono legati dalla relazione:  $n = e / (1 + e)$ .



TAE. 109 - Strati di usura. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE	SIMBLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO				
					PP	P	M	L	
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocce tenere, alterate o scistose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradabili.	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	18	20	20	25
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	-	-
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	15	15	15	20
	Quantità di frantumato	CLA	CNR 140/92	%	≥	0,45	0,42	0,40	0,37
	Dimensione max. ≤ 1/2	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	100	100	100	100
	spess. strato e in ogni caso:					20	20	20	20
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
Passanta al setaccio 0,075 (2)		CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2	
Spogliamento in acqua a 40 °C (3)		CNR 138/92	%	≤	-	-	-	-	
Indica appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	20	30	30	
Frazione 0,075 + 4 mm	Quantità di frantumato	-	-	%	≥	50	50	50	-
	Passate al setaccio 0,075 (2)	ES	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia		CNR 27/72	%	≥	80	60	60	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine		CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18 mm	-	CNR 23/71	%		100	100	100	100
	0,075	-	CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR/UNI 10014	%		NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%		%	-	30-45	30-45	30-45	30-45
						Per tutte le categorie di traffico			
	Potere Rigid.	Δ PA		°C		Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante	
						1,5	Δ PA ≥ 5		
						2,0	≥ 12		
						2,5	≥ 25		
					3,0	≥ 40			

- (1) In zone considerate soggette a gelo  
(2) Ad eccezione della polvere di frantoio  
(3) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione

#### 94.7.2. Leganti - Caratteristiche della miscela

Come leganti verranno impiegati di norma gli stessi bitumi di cui al punto 94.6.2., salvo diversa indicazione. La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4,5% ed il 6% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso indicati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%.

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità. Stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 10 kN;
- scorrimento (in prova Marshall) compreso fra 1 e 3,5 mm; rigidità Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 3,0 kN/mm;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall), nelle prescelte condizioni di impiego, compresa fra il 3% ed il 6%;
- compattezza elevata: volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, compreso tra il 4% e l'8%;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale, sufficiente ruvidezza e stabilità della stessa nel tempo: rugosità superficiale del manto, misurata con apparecchio "Skid-Tester" dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, superiore in ogni punto a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

Ad un anno dall'apertura al traffico poi il volume dei vuoti residui dovrà essere compreso fra il 3% ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale-(371). Per il resto valgono le prescrizioni di cui al punto 94.6.2., penultimo ed ultimo capoverso.

#### 94.7.3. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti e posti in opera con le stesse modalità di cui al precedente punto 94.6.3. che tratta dei conglomerati per strati di collegamento.

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

#### 94.7.4. Attivanti dell'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumi-aggregati ("dopes" di adesività) costituite da composti azotati di natura varia (ammine, alchilamido-poliammine) stabili anche a temperatura elevata e di qualità certificata.

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare, in rapporto alle istruzioni del produttore e le prescri-

(371) Il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferito alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm di acqua, non dovrà risultare inferiore a 10<sup>-4</sup> cm/s.

zioni della Direzione dei lavori. L'effettivo impiego del prodotto potrà essere effettuato con la prova di spogliazione (di miscele bitume-aggregato) secondo ASTM - D 1664/80.

#### 94.7.5. Strati a usura differenziata

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente a graniglie naturali o sintetiche, di pezzatura 2/15 mm, aventi coefficiente di frantumazione notevolmente più basso di quelle contenute nella miscela normale.

#### 94.7.6. Strati di usura con aggregato sintetico chiaro

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente ad aggregato sintetico chiaro nella pezzatura di 2/15 mm. La percentuale dell'aggregato sintetico, sulla massa totale della miscela, dovrà essere del 45%.

#### 94.8. STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE

Sarà costituito da una miscela di pietrischi frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato. Avrà come finalità la maggiore aderenza in caso di pioggia e l'abbattimento del rumore di rotolamento.

##### 94.8.1. Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti di cui al precedente punto 94.7.1 ed alla Tab. 112, con le seguenti eccezioni:

- il coefficiente di levigazione accelerata (CLA) dovrà essere uguale o maggiore a 0,45;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

##### 94.8.2. Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente "gramulone", "intermedio" e "monogranulare" aventi una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati di seguito:

TAB. 110 - Conglomerati bituminosi drenanti. Fusi granulometrici per aggregati

CRIVELLI E SETTACCI UNI	Passante totale in peso %		
	FUSO A	FUSO B	FUSO C
	Drenabilità ottima	Drenabilità elevata	Drenabilità buona
Crivelli 2334 20	100	100	100
" " 15	60-100	90-100	100
" " 10	15-35	35-50	85-100
" " 5	5-20	10-25	5-20
Setaccio 2332 2	0-12	0-12	0-12
" " 0,4	0-10	0-10	0-10
" " 0,18	0-8	0-8	0-8
" " 0,075	0-6	0-6	0-6

##### 94.8.3. Leganti

Potranno essere del tipo "E" (legante + 2% polietilene a bassa densità) + 6% stirene-butadiene-stirene a struttura radiale) o del tipo "F" (legante + 6% polietilene (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene-butadiene-stirene a struttura radiale, le cui caratteristiche dovranno rispondere a quanto riportato nelle tabelle 111 e 112.

TAB. 111 - Bitumi additivi per conglomerati drenanti. Legante "E"

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100 g, 5 s	0,1 mm	35-45
Punto di rammolimento	K	333-343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C/353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180-450
Viscosità dinamica a T = 160°C/433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2-2

TAB. 112 - Bitumi additivi per conglomerati drenanti. Legante "F"

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100 g, 5 s	0,1 mm	50-70
Punto di rammolimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C/353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180-450
Viscosità dinamica a T = 160°C/433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2-1,8

##### 94.8.4. Requisiti del conglomerato

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (prova CNR, B.U. n. 30/1973), eseguita a 333 °K su provini costipati con 75 colpi di maglio per facciata, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con fuso "A" ed a 600 kg per conglomerati con fusi "B" e "C";
- il valore del modulo di rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità Marshall, misurata in kg, e lo scorrimento, misurato in mm, dovrà essere superiore a 200 per fuso "A" ed a 250 per i fusi "B" e "C";
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (prova CNR, B.U. n. 39/1973) nei limiti sotto indicati:

Miscela di cui al Fuso A: 16% - 18%    Miscela di cui al fuso B: 14% - 16%    Miscela di cui al fuso C: 12% - 14%

Ancora la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova CNR, B.U. n. 97/1984 - pr. "brasiliiana"), i cui risultati dovranno risultare come da tabella che segue:

TAB. 113 - Pavimentazioni drenanti. Prova brasiliiana. Limiti

FUSO	Temperatura di prova (°K)	Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )
A	283	0,70 - 1,10	≥ 55
B	298	0,25 - 0,42	≥ 22
C	313	0,12 - 0,20	≥ 12

#### 94.8.5. Confezione e posa in opera

Valgono anche per quanto conglomerato le prescrizioni di cui al precedente punto 94.7. con le seguenti precisazioni e differenze:

- la temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra 413 e 423 °K;
- al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impatto o alla stesa (tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma CNR n. 40/1973, su carote di 20 cm di diametro);
- il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di 20 cm prelevate in sito dovrà essere non inferiore a  $15 \times 1,0^{-2}$  (media su tre determinazioni);
- la capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm<sup>2</sup> ed uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm<sup>3</sup>/min per la miscela del Fuso A e maggiore di 8 dm<sup>3</sup>/min per le miscele dei fusi B e C.

#### 94.8.6. Controllo della fonoassorbenza

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di verificare la fonoassorbenza della pavimentazione mediante il controllo di miscele con il metodo a onde stazionarie, utilizzando un'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt"; la verifica sarà effettuata su carote di 100 mm di diametro prelevate in sito dopo cinque mesi dalla stessa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "a", in funzione della frequenza, in condizioni di incidenza normale dovrà essere maggiore dei valori riportati nella tabella.

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbimento (a)
400 - 630	> 0,15
800 - 1600	> 0,30
2000 - 2500	> 0,15

#### 94.8.7. Garanzia triennale

Qualora fosse previsto apposito compenso a corpo per garanzia triennale, farà carico all'Appaltatore la manutenzione del manto, senza alcun altro corrispettivo, per un triennio decorrente dalla data del Certificato di Collaudo.

#### 94.9. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Valgono, per le pavimentazioni in argomento, tutte le norme indicate al precedente punto 94.4. che tratta gli strati di base eseguiti con lo stesso materiale.

##### 94.9.1. Norme particolari

Il conglomerato cementizio sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature (1/3 di ghiaia 20/40, 1/3 di graniglia 5/20 ed 1/3 di sabbia 0/5 e sarà dosato con non meno di 280 kg di cemento per metro cubo di impasto. La resistenza comunque non dovrà essere inferiore a C 20/25.

La stesa del conglomerato dovrà essere eseguita di norma mediante macchine a casseformi scorrevoli; le stesse macchine dovranno provvedere alla vibratura ed inoltre dovranno conferire alla superficie la necessaria rugosità a mezzo di spazzole di crine semoventi o altro idoneo sistema. La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura del piano di estradosso.

Durante il getto anche le più piccole correzioni della superficie, se ammesse ed ove strettamente necessarie, dovranno essere eseguite esclusivamente con conglomerato di composizione normale, steso eventualmente previa riapertura delle zone circostanti già costipate, e battuto quanto necessario per regolarizzare il manto. Non saranno comunque permesse in modo assoluto aggiunte di malta cementizia in superficie, anche se confezionata con più ricca dosatura di cemento. Dovrà verificarsi in ogni caso che la pavimentazione corrisponda ai piani ed alle sagome prescritte ed inoltre che presenti un aspetto uniforme e senza irregolarità di sorta.

Durante la maturazione, la superficie superiore della pavimentazione dovrà essere protetta mediante spruzzatura, per mezzo di idonee apparecchiature che ne garantiscano l'uniformità, di particolari prodotti di "curing" (a base di resine o colle) atti a formare una pellicola protettiva che impedisca una rapida evaporazione dell'acqua di impasto. Tali prodotti dovranno essere leggermente colorati (per controllarne lo spandimento) e resistenti agli agenti atmosferici.

A lavoro ultimato, non dovranno riscontrarsi in alcun punto della superficie ondulazioni o irregolarità superiori a 4 mm rispetto ad un'asta rettilinea di 4,00 m di lunghezza. Inoltre il manto dovrà risultare di spessore medio non inferiore a quello stabilito, con tolleranze massime locali di  $\pm 1$  cm. In difformità la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento totale delle lastre o dei tratti difettosi.

### 94.9.2. Giunti

I giunti trasversali di contrazione saranno disposti in posizione sub-ortogonale rispetto all'asse stradale (inclinazione tra 1:6 e 1:10) e ad intervalli uguali di 6,00 + 8,00 m per lastre non armate e di 10,00 + 15,00 m per lastre armate. Ogni 5 + 10 giunti di contrazione (secondo le prescrizioni) sarà interposto un giunto trasversale di dilatazione (372) di larghezza adeguata alle massime deformazioni previste.

I giunti trasversali di contrazione verranno di norma realizzati, salvo diversa prescrizione, incidendo con fresa a disco la superficie del getto, non oltre 12 ore dallo stesso, per una profondità non inferiore ad 1/3 dello spessore dello strato e per una larghezza non superiore ad 8 mm. I giunti longitudinali saranno analogamente realizzati ove lo strato risultasse gettato in unica lastra (per larghezza superiore a 7,50 m) oppure gettando la pavimentazione per strisce successive e proteggendo tempestivamente la faccia laterale della lastra già gettata con idonei materiali (emulsione bituminosa, bitume a caldo, cartoni bitumati, ecc.) onde garantire il distacco tra i due getti.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmata dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani, con mastice bituminoso (373) la cui composizione sarà prescritta dalla Direzione Lavori.

### 94.9.3. Lastre armate

Quando fosse prevista l'armatura delle lastre allo scopo di impedire la formazione di fessurazioni o di ridurre l'entità, queste dovranno essere armate con pannelli di reti a maglie rettangolari di tondini di acciaio saldati, dalle caratteristiche e dalle dimensioni previste in progetto.

Le reti saranno fornite di dimensioni tali da adattarsi alla larghezza effettiva delle lastre, con i franchi e le sovrapposizioni longitudinali di cm 35 e trasversali di cm 25 circa. I pannelli verranno posti a cm 6 di profondità dalla superficie superiore della pavimentazione, previa opportuna preparazione del piano di posa.

La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie. Nelle dimensioni delle maglie non saranno tollerati scarti superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte. I fili elementari, del diametro compreso tra 4 e 12 mm dovranno rispondere alle norme di cui al D.M. 14 settembre 2005 e s.m.i.

## Art. 95

### PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

#### 95.1. PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI PIETRA (LASTRICATI)

##### 95.1.1. Costituzione e materiali

Le pavimentazioni in argomente saranno costituite con masselli di granito, o di porfiroide, o di sienite, o di pietra calcarea o vulcanica (basole), secondo prescrizione, rispondenti ai requisiti di cui alle norme UNI EN 1341 (374) ed alle caratteristiche di cui al punto 42.10.1. del presente Capitolato. In ogni caso la roccia impiegata per la formazione dei masselli dovrà essere sana, senza degradazioni o alterazioni, compatta, dura ed omogenea; dovrà essere ancora priva di druse o geodi, senza vene e catene di minerali differenziati ed infine senza piani di sfaldatura o di distacco (peli); in particolare sono da escludere tutti i materiali provenienti dallo strato di copertura (cappello).

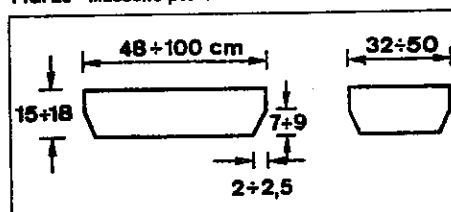
La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita a punta mezzana (se non diversamente previsto) per tutta la faccia superiore ed a scalpello per le facce laterali, limitatamente per queste ultime ad una fascia superiore dell'altezza di almeno cm 8; ed a semplice sbazzatura per la parte rimanente. I giunti dovranno formare con la faccia vista spigoli vivi, regolari ed a squadra. Le facce laterali dovranno risultare a squadra per un'altezza non inferiore alla metà dello spessore del massello; nella parte inferiore potranno invece presentare sottosquadri di valore non superiore a 2,5 cm.

##### 95.1.2. Modalità di esecuzione

Nelle *pavimentazioni a secco* i masselli verranno posti in opera su un letto di sabbia di spessore compreso fra 8 e 10 cm. I masselli saranno stesi con la dovuta cura ed assestati con mazzaranghe di legno o con vibro-compattatori in modo che abbiano a disporsi secondo una superficie continua e regolare, con le precise sagome e quote stabilite. Per favorire l'assestamento, la posa e la battitura saranno accompagnate da abbondanti bagnature del letto di sabbia.

Subito dopo la posa dei masselli, ed allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata che si dovrà fare scorrere e penetrare in tutti gli interstizi a mezzo di scope ed acqua, sino a completa chiusura.

FIG. 25 - Massello per lastricati. Misure Indicative



(372) Il giunto trasversale di dilatazione potrà essere ottenuto inserendo nel getto apposite tavolette di materiale deformabile idoneo (previamente trattato con olio di catrama o con altre sostanze atte a garantire la perfetta conservazione) da lasciarsi in posto per costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento. Le tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella dello strato finito. Per completare il giunto fino alla superficie, le tavolette durante il getto dovranno essere sovrastate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione e da rimuovere e lavorazione ultimata. In alternativa il giunto potrà essere completato varso la superficie superiore mediante taglio netto da effettuarsi con fresa a disco. Giunti particolari brevettati (a lamierini deformabili, a barre metalliche scorrevoli, ecc.) saranno realizzati conformemente agli esecutivi di progetto, alle prescrizioni delle Ditte fornitrici ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

(373) Un mastice consigliabile potrà essere il seguente: bitume (penetrazione 80/100) 30 + 40% in massa; additivo (cemento o polvere minerale passante per aiano 90% allo staccio ASTM n. 200) 30 + 40% in massa; sabbia silicea fine (passante per intero allo staccio n. 40) 30 + 40% in massa. Potrà comunque venire impiegato anche il mastice d'asfalto colato.

(374) Nella pratica locale esistono altri tipi di classificazione, fuori norma UNI, quale ad esempio quello riportato nella seguente tabella:

CATEGORIA BASOLATO	Basole / m <sup>2</sup>	Rapporto lati	Spessore
1 <sup>a</sup> Categoria	N. 4 ÷ 5	0,75 : 1	18 cm
2 <sup>a</sup> Categoria	N. 5 ÷ 6	0,75 : 1	16 cm
3 <sup>a</sup> Categoria	N. 6 ÷ 7	0,65 : 1	13 cm

Nel caso fosse prescritta la sigillatura dei giunti questa dovrà essere eseguita, salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori, con la stessa procedura di cui al seguente punto 95.1.

Nelle *pavimentazioni con malta* i masselli verranno sistemati su uno strato di malta di calce idraulica o di cemento, di conveniente spessore, posto sulla fondazione opportunamente preparata alla sagoma prescritta. I masselli saranno battuti fino al rifluimento della malta nei giunti, risultando espressamente proibita l'aggiunta di malta. In ogni caso i masselli dovranno essere disposti in modo che nei corsi rettilinei gli spigoli maggiori risultino esattamente allineati e quelli minori sfalsati di corso in corso. I masselli dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri, con giunti larghi non più di 1 cm.

Nel prezzo della pavimentazione è incluso l'onere relativo alla formazione di tutti i pezzi speciali che si rendessero necessari per l'adattamento a binari, chiusini, caditoie, orlature, ecc. La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita con idonei paraschegge.

#### 95.2. PAVIMENTAZIONI IN BOLOGNINATO

Valgono per tale tipo di pavimentazione tutte le norme riportate all'articolo precedente in merito alla qualità del materiale ed alla relativa lavorazione. I conchi o bolognini dovranno avere una lunghezza di 30 cm, una larghezza di 15 cm ed uno spessore non inferiore a cm 18 in ogni punto.

L'armatura della pavimentazione potrà avvenire a corsi paralleli e normali all'asse stradale od a spina di pesce. In ogni caso tra i filari verrà lasciato uno spazio che sarà occupato da mattoni laterizi posti a coltello o da calcestruzzo cementizio dosato a 200 kg di cemento, secondo le prescrizioni di Elenco.

I bolognini saranno posti in opera con malta cementizia, avendo cura che i mattoni, ove fosse previsto tale tipo di interfilare, siano rivestiti di malta e risultino incassati, rispetto al piano stradale di circa 3 cm; analogo incasso avrà il conglomerato ove viceversa fosse previsto tale tipo di spaziatura.

#### 95.3. PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PIETRA

Saranno formate con cubetti di porfido o di sienite o di diorite o di altre rocce idonee, purché rispondenti ai requisiti di cui alle norme riportate al punto 42.10.6 del presente Capitolato.

Salvo diversa disposizione dell'Elenco Prezzi e fermo restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, della dovuta idoneità, la Direzione Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido delle migliori cave dell'Alto Adige.

I cubetti saranno impiantati su una fondazione predisposta in precedenza, con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore tra 6 e 10 cm. Saranno posti in opera ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta. La posa dei cubetti sarà effettuata nel modo più accurato, con giunti sfalsati di corso in corso ed archi perfettamente regolari.

Gli elementi disposti in maniera regolarmente decrescente dalla chiave verso le imposte, saranno il più possibile serrati tra di loro e quindi verranno sottoposti ad energica battitura, a più riprese, con pestelli metallici del peso di almeno 25 kg. Per favorire l'assestamento la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. Prima dell'ultima battitura di assestamento, la pavimentazione verrà ricoperta con un sottile strato di sabbia fine che verrà fatta penetrare mediante scope ed acqua in tutte le connessioni in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere fatta in modo da assestare definitivamente i cubetti, dopo aver corretto eventuali deficienze di sagoma.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero deteriorati ed anormalmente porosi, dovranno essere cambiati a cura ed a carico dell'impresa.

La sigillatura dei giunti dovrà essere eseguita, salvo diversamente disposto, non prima che siano passati 15 giorni dall'apertura della strada al traffico. Riparati poi gli eventuali cedimenti ed irregolarità verificatisi, si procederà al lavaggio della pavimentazione con acqua a pressione in modo da svuotare e ripulire i giunti per 3 cm e quindi, a pavimentazione asciutta, si procederà alla sigillatura dei giunti colando negli stessi, con tazze a beccuccio o altri mezzi idonei, bitume caldo avente penetrazione 30/40. Il legante verrà infine saturato con sabbia o graniglia.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote ed alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione Lavori e non presentare in alcuna parte irregolarità o depressioni superiori ad 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 m, appoggiata sul manto in senso longitudinale.

#### 95.4. PAVIMENTAZIONI IN ACCIOTTOLATI E SELCIATI

##### 95.4.1. Acciottolati

Saranno formati con ciottoli selezionati di sufficiente durezza e compattezza, di dimensioni il più possibile uniformi. Gli elementi saranno disposti a contatto e di punta su letto di sabbia da 10 a 15 cm, con la faccia più piana rivolta superiormente.

A lavoro ultimato i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme, secondo i profili e le pendenze volute, previo consolidamento effettuato a mezzo di idonea battitura.

Per gli acciottolati in malta, il letto di posa sarà costituito da uno strato di sabbia compresso dello spessore di 1 cm e da un sovrastante strato di malta cementizia dello spessore non inferiore a 10 cm; in quest'ultimo le pietre saranno

FIG. 26 - Sistemazione di un lastricato a giunti inclinati

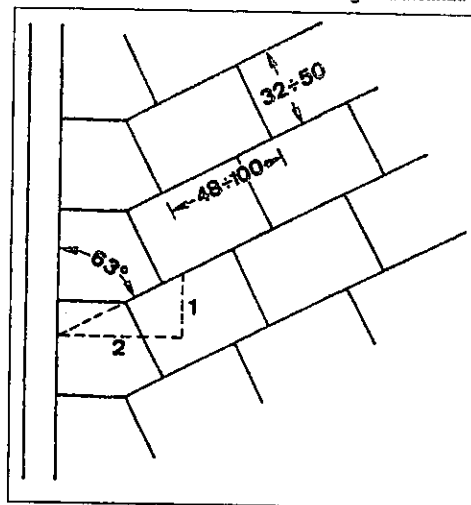
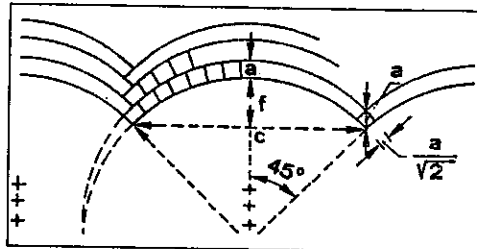


FIG. 27 - Pavimentazione in cubetti di porfido. Disposizione ad arco di cerchio



conficcate a martello, quindi si procederà al riempimento delle connessure con beverone di malta liquida ed alla battitura con mazzaranga.

#### 95.4.2. Selciati

Saranno formate con pietre squadrate e lavorate alla martellina nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. La posa in opera avverrà come negli acciottolati, dopo avere stabilito opportune guide di contenimento.

Nei selciati a secco, intessuta la pavimentazione, vi sarà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzaranga innaffiando di tratto in tratto la superficie. Nei selciati con malta si procederà invece come al punto precedente.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

#### 95.5. PAVIMENTAZIONI IN MATTONELLE DI ASFALTO

Saranno di norma eseguite su massetto in conglomerato cementizio dosato a 200 kg/m<sup>3</sup> di cemento, posato alla sagoma prescritta e con gli spessori previsti in progetto (mai inferiori a 15 cm) o disposti dalla Direzione Lavori.

Le mattonelle, che dovranno avere le caratteristiche di cui al punto 49.3. del presente Capitolato, saranno poste su un letto formato da miscela di sabbia e cemento a secco, con dosaggio non inferiore a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento; lo spessore di tale strato sarà mediamente di 1,5 cm. Ultimata la posa, si procederà due volte al giorno, e per 10 giorni consecutivi, all'innaffiamento della pavimentazione; subito dopo si passerà alla boiaccatura della superficie con cemento puro onde chiudere le connessure.

A lavoro completato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente liscia ed uniforme, con le pendenze (375) e le sagome prescritte, e non dovrà presentare avvallamenti di sorta né elementi danneggiati dalle operazioni di posa.

### Art. 96

#### PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI - ORLATURE

##### 96.1. PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

###### 96.1.1. Pavimentazione in cubetti di pietra

Valgono, per tale tipo di pavimentazione, tutte le norme e le prescrizioni di cui al precedente punto 95.3.

###### 96.1.2. Pavimentazione in mattonelle di asfalto

Valgono, per tale tipo di pavimentazione, tutte le norme e le prescrizioni di cui al precedente punto 95.5.

###### 96.1.3. Pavimentazione in pietrini di cemento

Sarà formata con il materiale di cui al punto 49.1.2. del presente Capitolato posto su un massetto in conglomerato cementizio previa interposizione di uno strato di malta idraulica o cementizia che costituirà il letto di posa.

I pietrini saranno previamente bagnati per immersione. A posa ultimata si procederà alla boiaccatura della superficie con cemento puro, onde chiudere le connessure.

##### 96.2. PAVIMENTAZIONI CONTINUE

###### 96.2.1. Pavimentazione in asfalto colato

Sarà costituita da uno strato dello spessore di 20 mm posto in opera sopra una fondazione di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm. Negli spazi carrabili lo strato avrà spessore maggiorato a 25 + 30 mm e sarà posto in opera su analoga fondazione di spessore non inferiore a 15 cm. Alla pavimentazione verrà dato, salvo casi particolari, profilo a falda piana con pendenza del 2,5% verso l'orlatura.

L'impasto sarà composto con mastice d'asfalto (47% in massa), bitume (3% in massa) e graniglia o ghiaietto 2/10 mm (50% in massa). La fusione o preparazione del mastice e la miscela dei vari componenti per la formazione del colato saranno eseguite a mezzo di caldaia appositamente attrezzata per una perfetta mescolatura; gli impasti dovranno essere lavorati a temperatura compresa fra 170 e 200 °C. La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore a 5 ore, salvo preriscaldamento degli aggregati a mezzo di essiccatore a tamburo.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160 °C, in unico strato, a mezzo di apposite spatole di legno o altro idoneo sistema. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, di granulometria compresa fra 1 + 3 mm; la superficie inoltre dovrà essere suddivisa in figure geometriche, secondo le disposizioni della Direzione, mediante solcature di larghezza e profondità non superiori a 3 mm.

###### 96.2.2. Pavimentazione in battuto di cemento

Sarà costituita da un unico strato di malta cementizia a 500 kg, dello spessore di 20 mm, posta in opera su massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 o 15 cm per i casi di cui al precedente punto 96.2.1.

Prima di stendere la malta la superficie del massetto dovrà essere accuratamente ripulita e lavata con acqua in pressione. Si procederà quindi alla stesa dell'impasto cementizio, allo spessore prescritto, curando attraverso guide prestabilite la perfetta regolarità della superficie e la pendenza necessaria. La malta verrà poi lisciata, arricchita nella superficie a vista con spolveratura di cemento puro, infine verrà rigata a disegno (quadroni) e bocciardata.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà essere accuratamente protetta fino al completo indurimento della malta, onde evitare fessurazioni e danni di qualsiasi genere.

##### 96.3. ORLATURE (376)

Si rimanda, per tali categorie di lavoro, al punto 80.4. del presente Capitolato.

(375) Le pendenze non dovranno in alcun caso superare il valore del 5%.

(376) Con riguardo alla classificazione è il caso di annotare che nella pratica locale esistono altri tipi di classificazione, fuori norme UNI.

CAPITOLO IV

**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

---

Art. 97  
**NORME GENERALI**

97.1. **OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO**

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso o aumento contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza e a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intendano quindi sempre compresi e compensati ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti, precisati nel presente Capitolato ed in particolare nell'art. 27; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

97.2. **VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI**

Le norme di valutazione e misurazione che seguono si applicheranno per la contabilizzazione di tutte le quantità di lavoro da compensarsi a misura e che risulteranno eseguite.

Per gli appalti effettuati a corpo le stesse norme si applicheranno per valutazione delle eventuali quantità di lavoro risultanti in un aumento o in detrazione rispetto a quelle compensate con il prezzo forfettario, a seguito di variazioni delle opere appaltate che si rendessero necessarie in corso d'opera (377).

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata entità o eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale o in presenza d'acqua (con l'onere dell'esaurimento).

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate (378).

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a massa in relazione a quanto è previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione; in nessun caso saranno però accettate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

97.3. **LAVORI INCOMPLETI**

Qualora determinate categorie di lavoro, per motivi diversi, non risultassero portate a compimento, e sempre che questo non fosse pregiudizievole per il complesso dell'appalto sotto l'aspetto della necessaria funzionalità generale, sarà facoltà della Direzione Lavori di accettarne la contabilizzazione opportunamente parzializzata o di escluderle dal conto finale. La valutazione sarà fatta caso per caso, a insindacabile giudizio della stessa Direzione.

Art. 98

**VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia ed i noleggi, ove non espressamente previsti in progetto, saranno del tutto eccezionali e potranno verificarsi solo per i lavori secondari. Tali prestazioni non verranno comunque riconosciute se non corrisponderanno ad un preciso ordine di servizio o autorizzazione preventiva da parte della Direzione Lavori.

98.1. **MANO D'OPERA - MERCEDI**

Per le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nel prezzo della mano d'opera dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per fornire gli operai degli attrezzi ed utensili del mestiere e per la loro manutenzione, la spesa per l'illuminazione dei cantieri in eventuali lavori notturni, nonché la quota per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

(377) Comunque ordinate dalla Direzione dei lavori, previa autorizzazione dell'Amministrazione.

(378) Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc., atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.



## 98.2. NOLI

Nel prezzo dei noli dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per dare le macchine perfettamente funzionanti in cantiere, con le caratteristiche richieste, complete di conducenti, operai specializzati e relativa manovalanza; la spesa per il combustibile e/o il carburante, l'energia elettrica, il lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale montaggio e smontaggio, per l'esercizio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine; l'allontanamento delle stesse a fine lavori.

Dovranno ancora intendersi comprese le quote di ammortamento, manutenzione e inoperosità, le spese per i pezzi di ricambio, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

## 98.3. MATERIALI A PIÈ D'OPERA (379)

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli, strati, fusti, imballaggi, ecc., facili a misurare, nel luogo stabilito dalla Direzione Lavori. Nel prezzo dovrà altresì intendersi compreso l'approntamento di ogni strumento o apparecchio di misura occorrente, l'impiego ed il consumo dei mezzi d'opera, la mano d'opera necessaria per le misurazioni, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore ed ogni spesa ed incidenza per forniture, trasporti, cali, perdite, sfridi, ecc.

Tutte le provviste dei materiali dovranno essere misurate con metodi geometrici, a peso o a numero, come disposto dal presente Capitolato e nell'art. 28 del Capitolato Generale.

## Art. 99

## VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

Nel prezzo dei lavori valutati a misura dovranno intendersi comprese tutte le spese per la fornitura, carico, trasporto, scarico, lavorazione e posa in opera dei vari materiali, tutti i mezzi e la mano d'opera necessari, le imposte di ogni genere, le indennità di cava, i passaggi provvisori, le occupazioni per l'impianto dei cantieri, le opere provvisorie di ogni genere ed entità, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quant'altro possa occorrere per dare le opere compiute a regola d'arte.

## 99.1. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

I prezzi fissati in Elenco per le demolizioni e rimozioni si applicheranno al volume o alla superficie effettiva (secondo il tipo di misurazione prevista) delle murature e strutture da demolire o rimuovere. Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nell'art. 60 ed in particolare i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature, nonché la scelta, la pulizia, il deposito o il trasporto a rifiuto dei materiali (380).

La demolizione dei fabbricati, di ogni tipo e struttura, se non diversamente disposto verrà compensata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna alla linea di gronda del tetto. Rimarrà comunque a carico dell'Appaltatore l'onere della demolizione delle pavimentazioni del piano terreno e delle fondazioni di qualsiasi genere.

I materiali utilizzabili che dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, su richiesta o autorizzazione della Direzione Lavori, verranno addebitati allo stesso al prezzo fissato per i corrispondenti materiali nuovi diminuito del 20% ovvero, in mancanza, istituendo apposito nuovo prezzo. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo dei lavori, in conformità al disposto dell'Art. 36 del Capitolato Generale.

## 99.2. SCAVI IN GENERE

## 99.2.1. Oneri generali

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di Elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

- l'esecuzione degli scavi con qualsiasi mezzo, i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico in rilevato e/o a rinterro e/o a rifiuto fino alla distanza di km ..... (381) nell'ambito del cantiere e di km ..... (382) fuori del cantiere, la sistemazione delle materie di rifiuto, escluse le eventuali indennità di discarica, da compensarsi a parte;
- la preparazione dei provini di materiale da sottoporre ad eventuali prove di schiacciamento in laboratorio, escluso l'onere economico di tali prove a norma dell'art. 15, comma 7, del Capitolato Generale d'Appalto;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, anche in roccia, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno alle murature o drenaggi, attorno e sopra le condotte di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri, escluso l'armamento a cassa chiusa da valutarsi con apposito compenso;

(379) Resta precisato paratro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre tutti i disegni contabili delle lavorazioni eseguita, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, acc. atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misura, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

(380) Alle pubbliche discariche del Comune in cui si esagono i lavori od alla discarica del comprensorio di cui fa parte il Comune medesimo o in subordine, in assenza di pubbliche discariche o per motivi di economia, su aree da procurarsi a cura e spese dell'Appaltatore, appositamente autorizzate dagli Enti preposti alla tutela ambientale ad accettazione della Direzione dei lavori. Il trasporto a rifiuto dei materiali, se non diversamente disposto, si intenda compreso nel prezzo delle condizioni entro una distanza di 5 km dal cantiere. In ogni caso risulta esclusa l'eventuale indennità di discarica, da compensarsi a parte.

(381) Da 1 a 5 km, o per l'intero cantiere e comunque in accordo con le specifiche particolari di Elenco.

(382) Al massimo, di norma, fino a 5 km dal cantiere.

- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie di scavo, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia infine per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti, ecc.

Nel caso di scavi in materie di qualsiasi natura e consistenza (383) si intendono compensati nel relativo prezzo, se non diversamente disposto, i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a 0,5 m<sup>3</sup>; quelli invece di cubatura superiore verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Per gli scavi oltre i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggiore lavoro effettuato, ma l'Appaltatore dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in eccesso e comunque provvedere a quanto necessario per garantire la regolare esecuzione delle opere.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno considerarsi di proprietà dell'Amministrazione appaltante, che ne disporrà come riterrà più opportuno. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, se riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro per le quali è stabilito il prezzo di Elenco per l'impiego dei materiali provenienti dagli scavi.

Per il resto competerà all'Appaltatore l'onere del caricamento, trasporto e sistemazione dei materiali nei luoghi stabiliti dalla Direzione ovvero, quando di tali materiali non ne risultasse alcun fabbisogno, a rifiuto (384).

Agli effetti della contabilizzazione in acconto, i prezzi per i movimenti di materie si considerano riferiti per l'80% ai movimenti veri e propri e per il 20% ai lavori di finitura (profilatura delle scarpate e dei cigli, regolarizzazione dei tagli, sistemazione dei riempimenti o delle discariche, ecc.). Di conseguenza i relativi acconti, alla cui liquidazione si provvedesse prima ancora dei prescritti lavori di finitura, non potranno superare l'80% dell'accorto liquidabile a lavoro completamente eseguito. Il residuo 20% sarà accreditato all'Appaltatore negli stati di avanzamento susseguenti alla completa esecuzione di detti lavori.

### 99.2.2. Scavi di sbancamento

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio dall'Appaltatore all'atto della consegna e, ove necessario per l'esatta definizione delle quote e delle sagome di scavo, anche ad operazioni ultimate (385).

Nelle sistemazioni stradali ed esterne in genere, lo scavo del cassonetto (nei tratti in trincea), delle cunette, dei fossi di guardia e dei canali sarà pagato col prezzo degli scavi di sbancamento. Altresì saranno contabilizzati come scavi di sbancamento gli scavi e tagli da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie di attraversamento e consolidamento, per tutta la parte sovrastante il terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

### 99.2.3. Scavi di fondazione

Il volume degli scavi di fondazione sarà computato come prodotto delle superficie della fondazione per la sua profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale; tale volume sarà eventualmente frazionato, in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco. Ove la fondazione fosse eseguita con impiego di casseforme, la larghezza dello scavo sarà maggiorata di 70 cm in direzione perpendicolare alle stesse (spazio operativo) (386).

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni sezione come volume di fondazione la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

Qualora il fondo dei cavi venisse ordinato con pareti scampanate, la base di fondazione di cui in precedenza si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Negli scavi occorrenti per la costruzione delle opere di sottosuolo, quali fognature, acquedotti, ecc. la larghezza massima dei cavi sarà commisurata, salvo diversa disposizione, al diametro esterno dei tubi aumentato di  $40 + D/4$  cm (387), con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da oltre 1,50 a 3,00 m, e di 100 cm per maggiori profondità.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e simili strutture, sarà incluso nello scavo di fondazione anche il volume occupato dalle strutture stesse.

### 99.2.4. Scavi subacquei

I sovrapprezzi per scavi subacquei, in aggiunta al prezzo fissato per gli scavi di fondazione, saranno valutati per il loro volume, con le norme e le modalità prescritte nel precedente punto 99.2.3. e per zone successive, a partire dal piano orizzontale a quota di 0,20 m sotto il livello normale delle acque stabilitesi senza emungimento nei cavi, procedendo verso il basso.

I prezzi di Elenco saranno applicabili, anche per questi scavi, unicamente e rispettivamente ai volumi realizzati in zone comprese fra coppie di piani di delimitazione, posti a quote diverse ed appositamente specificate dagli stessi prezzi.

Nel caso che l'Amministrazione si avvallesse della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti d'acqua ed i prosciugamenti dei cavi, con valutazione separata di tale lavoro, lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà valutato così come prescritto al precedente punto 99.2.3.

(383) Per materie di qualsiasi natura e consistenza si intendono terreni costituiti da limi, argille, sabbie, ghiaie (anche debole cemento), detriti alluvionali, ecc. ed in ogni caso materie attaccabili a mezzo di escavatore.

(384) Qualora nei lavori di movimenti di terra o di materie in genere trasporto fosse valutato a parte, il volume delle materie esuberanti trasportato agli scarichi sarà desunto dalla differenza fra il volume di tutti gli scavi e quello di tutti i riporti e riempimenti, qualunque fosse stato l'ordine ed il tempo nei quali furono eseguiti i diversi movimenti di materie, senza tenere conto dell'aumento dalle materie scavate, né dell'incompleto assostamento delle materie riportate. La distanza del trasporto, nel caso di cantiere esteso oltre 1 km, sarà riferita al baricentro del cantiere (salvo diversa disposizione).

(385) Per volumi di scavo di limitata estensione e/o di sagoma particolare la misurazione potrà venire effettuata anche con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

(386) Nel caso di strutture particolari che richiedano l'impiego di ponteggi ed altre opere provvisorie lo spazio operativo potrà essere maggiore e sarà insindacabilmente valutato dalla Direzione dei lavori.

(387) La larghezza sarà comunque considerata in valore multiplo di 5 cm con arrotondamento alle misure immediatamente inferiore o superiore.

### 99.2.5. Scavi di gallerie e cunicoli

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente, in base alle sezioni (nude o di sagoma esterna di rivestimenti murari) prescritte per ciascun tratto. Ogni maggiore scavo, salvo l'eccezione sotto specificata, non verrà mai pagato all'Appaltatore il quale sarà anzi obbligato ad eseguire, a tutte sue spese, il riempimento dei vani per tale fatto rimasti tra rivestimento e terreno (388).

Peraltro nessun compenso spetterà all'Appaltatore per maggiori scavi, ancor quando essi fossero inevitabili e dipendenti dalla natura del terreno o da necessità di lavoro (rialzamento di centine, collocamento di armature, azioni di mine, scoscendimenti e simili).

Nel caso si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore a 5,00 m<sup>3</sup> per ciascun metro lineare di galleria lungo la quale la frana o il rilascio si è prodotto, si applicherà il prezzo speciale stabilito in tariffa (o da stabilirsi) alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente ad essa. Non sarà comunque corrisposto alcun compenso quando le frane o i rilasci fossero riconosciuti imputabili all'Appaltatore o per poca diligenza nella condotta dei lavori, o per deficienze nelle armature e nei puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni della Direzione. In tal caso l'Appaltatore, oltre allo sgombero delle materie franate, sarà in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni occorrenti ed a risarcire gli eventuali danni.

Salvo diversa prescrizione, i prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualunque natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura ed asportazione di massi e di ogni altro materiale rinvenuto negli scavi. I detti prezzi compensano e comprendono altresì quanto occorrente per dare i lavori completamente finiti, e quindi anche tutte le spese per armature e puntellamenti di qualsiasi tipo ed entità (anche a cassa chiusa, di semplice rivestimento o di controspinta), per illuminazione e ventilazione dei cantieri di lavoro, per eventuali esaurimenti di acqua (389), per soggezioni e difficoltà dovute ad infiltrazioni di gas o all'incontro con terreni spingenti o incoerenti e per i provvedimenti conseguenti.

Con i prezzi a corpo degli scavi sono altresì compensati gli oneri connessi alla necessità di dover cambiare, durante la costruzione della galleria, i vari sistemi di scavo e l'impiego di specifiche attrezzature in rapporto al mutare delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati ed al loro comportamento in relazione alla decomposizione dell'ammasso, nonché l'onere relativo all'esecuzione dello scavo ed alla presenza dell'arco rovescio (compensato con altro prezzo), entro tre diametri, ovvero entro 1,5 diametri dal fronte di scavo, ovvero entro la distanza che comunque sarà necessaria in funzione del comportamento dei terreni attraversati.

L'apertura di finestre o pozzi che l'Appaltatore desiderasse effettuare in armonia con il suo piano di svolgimento dei lavori, dovrà essere autorizzata dalla Direzione, che potrà peraltro imporre vincoli o condizioni. L'autorizzazione non darà comunque diritto all'Appaltatore al pagamento di tali lavori, a meno che la Direzione non ne decidesse l'eventuale utilizzo prima dell'ultimazione delle opere.

Si precisa che nel caso di rescissione del contratto di appalto tutte le armature in opera negli scavi rimarranno di proprietà dell'Amministrazione e non potranno in alcun modo essere asportate; per esse l'Appaltatore non potrà pretendere alcun compenso, oltre al pagamento dei materiali in base ai prezzi di Elenco a piè d'opera, in quanto tutti gli oneri relativi alla loro lavorazione, posa in opera, sfrido, ecc., si intendono compresi e compensati con il pagamento degli scavi eseguiti e contabilizzati.

Lo scavo delle gallerie in artificiale verrà compensato con i prezzi degli scavi di sbancamento quando l'esecuzione fosse avvenuta totalmente a ciclo aperto; qualora lo scavo dello strozzo fosse preceduto dalla costruzione della calotta, sarà compensato con il prezzo della voce relativa allo scavo in galleria decurtato del 35%.

Qualora l'Appaltatore nell'eseguire lo scavo in galleria adottasse per il contenimento delle pareti il sistema del betoncino spruzzato a pressione (armato o meno con rete e centine metalliche), la contabilizzazione dello scavo sarà valutata con lo specifico prezzo di Elenco. Tale prezzo, qualora l'impiego del betoncino venisse limitato ad una parte soltanto della sezione della galleria (es. calotta), verrà applicato nella zona di sezione interessata dall'applicazione. Ove l'impiego del betoncino spruzzato venisse effettuato sia per lo scavo della calotta che per quello dello strozzo, l'eventuale scavo nella zona relativa all'arco rovescio sarà pagato con lo stesso prezzo. Il betoncino spruzzato, la rete metallica e le centine di armatura verranno pagati a parte con i relativi prezzi. Lo stesso dicasi per i tiranti in roccia con barre d'acciaio o con aste in fibra di vetro, i micro pali e/o i jet-grouting di preconsolidamento in calotta e quelli alla base delle centine, così come per tutte le categorie di lavoro da adottare per conseguire il precontenimento del cavo ed il preconsolidamento del fronte di scavo, lavori tutti realizzati in conformità alle prescrizioni del progetto e/o agli ordini comunque impartiti dalla Direzione Lavori ed eseguiti anche precedendo con la tecnica dei "cantieri ravvicinati".

### 99.2.6. Scavi a pozzo

Saranno considerati scavi a pozzo, e come tali quindi valutati e compensati, gli scavi eseguiti verticalmente o con inclinazione non superiore a 60° (sessagesimali) rispetto alla verticale. Gli scavi a pozzo verranno pagati con gli appositi prezzi di Elenco, prezzi che verranno però applicati solo quando la profondità dei pozzi dovesse superare il valore di 5,00 m dal piano di campagna o di sbancamento e l'area teorica esterna, in sezione corrente, dovesse risultare non superiore a 80 m<sup>2</sup>. Per i pozzi profondi fino a 5,00 m, o sezioni di area superiore ad 80 m<sup>2</sup>, lo scavo verrà contabilizzato come scavo di fondazione.

La misurazione dello scavo dei pozzi sarà fatta in base alla sagoma teorica esterna dei pozzi stessi ed all'altezza misurata dal piano di sbancamento fino al bordo inferiore dell'ultimo anello in calcestruzzo. Il volume dello scavo relativo alla scampanatura dell'ultimo tratto sarà calcolato tenendo conto del solido geometrico realizzato.

### 99.2.7. Scavi con cassoni ad aria compressa

Si rimanda, per tale categoria di lavoro, alle specificazioni relative alle fondazioni speciali di cui al seguente punto 99.12.1.

(388) Il riempimento sarà effettuato con muratura o calcestruzzo o con qualunque altro materiale ordinato dalla Direzione Lavori.

(389) Per una portata fino a 5 l/s per le tratte in salita e 4 l/s per quelle in discesa. Per corrispondenti portate superiori e per le tratte interessate, ove l'onere corrispondente determinato sia superiore al 5% del compenso fissato per lo scavo in galleria, verrà riconosciuto a favore dell'Appaltatore un equo compenso nelle forme e nei modi riconosciuti dal Codice Civile.

### 99.2.8. Terebrazioni geognostiche

La misurazione delle terebrazioni geognostiche sarà eseguita per la lunghezza effettiva della zona attraversata, in base alla quota raggiunta a partire da quella del terreno circostante o dal fondo dei pozzi e degli scavi di fondazione.

### 99.3. RILEVATI E RINTERRI

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà misurato col metodo delle sezioni ragguagliate, ovvero per volumi di limitata entità e/o di sagoma particolare, con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

Il volume dei rilevati e dei rinterri eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato come differenza tra il volume totale del rilevato o rinterro eseguito secondo le sagome ordinate ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per l'impiego in rilevato (390). Nel computo non dovrà tenersi conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti dei rilevati o rinterri e far sì che gli stessi assumano la sagoma prescritta al cessare degli assestamenti.

Nel prezzo dei rilevati con materiali provenienti da cave di prestito si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato; le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per gli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati comprende anche gli oneri della preparazione del piano di posa degli stessi, quali l'eliminazione di piante, erbe e radici, nonché di materie contenenti sostanze organiche (391).

Tutti gli scavi per la formazione del piano di posa (scoticamento, bonifica, gradonatura) saranno valutati a misura con i prezzi unitari di Elenco relativi agli scavi di sbancamento. Per i rilevati costipati meccanicamente gli scavi per la preparazione dei piani di posa verranno valutati solo se spinti, su richiesta della Direzione, a profondità superiore a 20 cm dal piano di campagna ed unicamente per i volumi eccedenti tale profondità (392).

Nella formazione dei rilevati sono compresi l'onere della stesa a strati delle materie negli spessori prescritti, la formazione delle banchine e dei cigli, se previsti, e la profilatura delle scarpate. Nei rilevati inoltre non si darà luogo a contabilizzazioni di scavo di cassonetto ed il volume dei rilevati sarà considerato per quello reale, dedotto, per la parte delle carreggiate, quello relativo al cassonetto.

Dal computo del volume dei rilevati non dovranno detrarsi i volumi occupati da eventuali manufatti di attraversamento, qualora la superficie complessiva della sezione retta degli stessi dovesse risultare non superiore a 0,50 m<sup>2</sup> (393).

### 99.4. PALI DI FONDAZIONE

Il prezzo dei pali, oltre a quanto particolarmente previsto per ciascun tipo, comprende le eventuali perforazioni a vuoto (limitatamente al 10% della lunghezza di ciascun palo), le prove di carico sperimentali e quelle di collaudo, così come stabilito all'art. 64 del presente Capitolato. Nessuna maggiorazione di prezzo competerà per l'esecuzione di pali comunque inclinati e di qualunque tipo (se non diversamente prescritto). Fatto salvo comunque quanto diversamente previsto in Elenco Prezzi.

#### 99.4.1. Pali in legno

Per i pali in legno la lunghezza comprenderà anche la parte appuntita e per diametro si assumerà quello a metà lunghezza del palo. Qualora stabilita la lunghezza da adottare, il palo avesse raggiunto la capacità portante prima che la testa fosse affondata alla quota prevista, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Appaltatore, ma verrà valutato per la lunghezza originale.

Il prezzo a metro lineare comprende, oltre alla fornitura del palo dell'essenza richiesta, la lavorazione della punta, l'eventuale applicazione delle puntazze in acciaio (escluse dalla fornitura), la fornitura e l'applicazione delle ghiera di testa e la posa in opera a mezzo di idonei battipali.

#### 99.4.2. Pali in cemento armato costruiti fuori opera

Per i pali di cui al presente titolo, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende la fornitura del palo completo di armatura metallica, di puntazze di acciaio robustamente ancorate al calcestruzzo, delle cerchiature di ferro nonché dei prismi di legno a difesa della testata.

#### 99.4.3. Pali battuti o trivellati formati in opera

Per tale tipo di pali, il prezzo a metro lineare comprende anche l'onere dell'infissione del tubo-forma, l'escavazione del foro inclusi i trovanti in roccia estraibili con i normali metodi di scavo (393), l'eventuale ammorsatura in roccia per la profondità corrispondente ad un diametro, la fornitura, il getto ed il costipamento del calcestruzzo, il ritiro graduale del tubo forma, l'eventuale posa di una controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua (se non diversamente specificato) e l'onere dell'eventuale foratura a vuoto (con il limite di cui alle generalità). Resterà invece esclusa l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica che verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

(390) In formula, il volume dei materiali provenienti da cava di prestito sarà convenzionalmente così dedotto e rappresentato:

$$V_{cp} = V_r - V_s - 0,20A + V_d \quad \text{dove:}$$

$V_r$  = volume totale dei rilevati e dei riempimenti per l'intera lunghezza del lotto;

$V_s$  = volume degli scavi di sbancamento, di fondazione, a pozzo e in galleria per le quantità ritenute utili dalla Direzione Lavori per il reimpiego;

$A$  = area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;

$V_d$  = volume dei materiali utilizzati per altri lavori od opere del cantiere.

(391) Se non diversamente disposto dall'Elenco prezzi.

(392) La superiore norma non dovrà ritenersi estensibile ai rinterri.

(393) Resta invece escluso l'eventuale impiego dello scalpello o di altre attrezzature speciali per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'ammorsatura in roccia dura da mina, che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonici, fermi restando tutti gli oneri in precedenza indicati, in quanto applicabili, resta stabilito che la loro lunghezza sarà determinata dalla quota di posa del plinto, sino alla massima profondità accertata al termine della fase di perforazione.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, di qualunque diametro, dovrà sempre intendersi compreso l'onere dell'estrazione e trasporto a rifiuto delle materie provenienti dalla perforazione.

#### 99.5. PALANCOLATE - TURE - PARATIE - DIAFRAMMI

##### 99.5.1. Palancolate tipo "Larsen"

Il noleggio mensile delle palancolate verrà compensato con il relativo prezzo di Elenco. In esso sono compresi: il trasporto a piè d'opera, la preparazione con rivestimento di bitume, il magazzinaggio e la ripresa. La contabilizzazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa. L'altezza sarà quella effettiva delle palancole.

L'infissione e l'estrazione della palancolata verranno compensate con il relativo prezzo di Elenco. Esso comprende la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie, lo sfrido dei materiali per rotture o guasti o per impossibilità di recupero ed in genere ogni lavoro e fornitura occorrente per dare l'opera compiuta e idonea all'uso. La contabilizzazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato come sopra. L'altezza sarà quella di effettiva infissione.

##### 99.5.2. Ture provvisorie - Paratie subalvee

Nei prezzi di Elenco relativi a tali categorie di lavoro ed inerenti ad opere di difesa di scavi in presenza di acqua sono compresi tutti gli oneri per la fornitura dei materiali, per la mano d'opera, le attrezzature ed i macchinari necessari all'esecuzione del lavoro, nonché per lo sfrido dei materiali per guasti, rotture o impossibilità di recupero. I materiali impiegati nelle ture provvisorie resteranno di proprietà dell'Appaltatore il quale dovrà provvedere, a sue spese, per la rimozione ed il recupero.

Il pagamento delle ture e delle paratie verrà effettuato computando la superficie effettiva delle opere ed applicando a ciascuna fascia, delimitata dalla profondità stabilita in Elenco, il prezzo corrispondente. L'altezza sarà ottenuta partendo dalla base inferiore degli elementi fino all'estremo superiore utile alla difesa. Per le ture l'altezza sarà quella della parete piena. La lunghezza sarà misurata sullo sviluppo di mezzera della struttura.

##### 99.5.3. Diaframmi a parete continua

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi: la formazione dei cordoli guida, l'apertura della trincea inclusi i trovanti in roccia dura estraibili con i normali metodi di scavo, l'eventuale ammorsatura in roccia per la profondità corrispondente allo spessore del diaframma, il carico ed il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, la fornitura dei fanghi bentonitici e l'impiego dei relativi impianti di pompaggio, l'acqua, la fornitura del conglomerato cementizio ed il suo getto e costipamento con mezzi idonei anche in presenza di armature metalliche e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La superficie del diaframma gettato in opera sarà computata misurando, per ogni pannello, la lunghezza lungo l'asse del diaframma e l'altezza effettiva lungo la parete piena, dal fondo dello scavo alla sommità del pannello stesso. L'eventuale scavo a vuoto sarà compensato con il relativo prezzo.

Restando esclusi l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, l'eventuale scarico a vuoto, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura in roccia dura da mina, che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

#### 99.6. MURATURE

##### 99.6.0. Norme generali

Le murature in genere, salvo le eccezioni specificate di seguito, dovranno essere misurate geometricamente, in base al loro volume o alla loro superficie, secondo la categoria, con misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta detrazione delle aperture di luce superiore a 1,0 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne, gole per tubazioni e simili che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere per la successiva eventuale loro chiusura con materiale di cotto o di tipo diverso, secondo prescrizione.

Allo stesso modo sarà fatta detrazione per il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. di strutture diverse, nonché di pietre naturali o artificiali da valutarsi con altri prezzi di Elenco.

Nei prezzi delle murature si intenderà sempre compresa ogni e qualunque spesa per impalcature e ponti di servizio, per la fornitura e messa in opera dei materiali, per l'esecuzione del parametro ordinario con pietra rasa e testa scoperta (cioè senza speciale lavorazione) nonché per la formazione delle feritoie, se occorrenti, regolari e regolarmente disposte.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, qualora non eseguite con paramento a faccia vista, si intenderà ancora compreso il rinzafo delle facce viste dei muri, anche se a queste dovranno successivamente addossarsi materie per la formazione di rinterri; sarà altresì compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonché per la formazione degli incastri per il collocamento in opera di pietre da taglio o artificiali.

Nei prezzi delle murature da eseguire con materiali di proprietà dell'Amministrazione sarà compreso ogni trasporto, ripulitura e adattamento dei materiali per renderli idonei all'impiego, nonché il loro collocamento in opera. Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature eseguite con materiale fornito dall'Appaltatore, diminuiti del 20% (salvo diversa disposizione), intendendosi con la differenza compreso o compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, collocamento in opera, ecc.

### 99.6.1. Muratura a secco – Riempimenti di pietrame – Vespai

La muratura di pietrame a secco sarà valutata per il suo effettivo volume; il prezzo comprende l'onere della formazione di un cordolo in conglomerato cementizio di coronamento.

Il riempimento di pietrame a ridosso delle murature, o comunque effettuato, sarà valutato a metro cubo, per il suo volume effettivo misurato in opera.

I vespai saranno di norma valutati a metro cubo in opera se realizzati in pietrame, a metro quadrato di superficie se realizzati in laterizio. In ogni caso la valutazione deve ritenersi comprensiva di tutti gli oneri particolarmente riportati al punto 67.3.3.

### 99.6.2. Muratura mista di pietrame e mattoni

La muratura di pietrame e mattoni sarà misurata come le murature in genere; con i relativi prezzi di Elenco si intendono compensati tutti gli oneri di cui al punto 67.4.3. del presente Capitolato per l'esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, spallette, squarci, parapetti, ecc.

### 99.6.3. Muratura in pietra da taglio

La muratura in pietra da taglio da valutarsi a volume verrà sempre misurata in base al minimo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo; quella da valutarsi a superficie (lastre di rivestimento a spessore, lastroni, ecc.) sarà misurata in base al minimo rettangolo circoscrivibile. I pezzi da valutare a lunghezza saranno misurati secondo il lato di maggiore sviluppo.

Nei prezzi di Elenco sono compresi e compensati tutti gli oneri di cui al punto 67.5. del presente Capitolato.

### 99.6.4. Murature di mattoni ad una testa o in foglio

Le murature di mattoni a una testa o in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie superiore ad 1,00 m<sup>2</sup>.

### 99.6.5. Volte – Archi – Piattabande

Le volte, gli archi e le piattabande, in conci di pietrame o mattoni di spessore superiore ad una testa, saranno valutati a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati. Nei prezzi di Elenco si intendono comprese tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare le strutture di che trattasi complete in opera, con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati.

Le volte, gli archi e le piattabande di mattoni, in foglio o ad una testa, saranno valutati in base alla loro superficie, con i prezzi delle relative murature.

### 99.6.6. Ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc. di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto, con l'applicazione dei prezzi di Elenco per le relative murature, maggiorate del sovrapprezzo previsto nell'Elenco stesso.

### 99.6.7. Paramenti delle murature

I prezzi stabiliti in Elenco per la lavorazione delle facce viste, con valutazione separata dalla muratura, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggiore costo del materiale di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale (394).

### 99.7. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., gli smalti ed i conglomerati cementizi in genere, costruiti di getto in opera, saranno di norma valutati in base al loro volume, escludendosi dagli oneri la fornitura e posa in opera degli acciai per i cementi armati, che verranno considerati a parte.

I calcestruzzi ed i conglomerati saranno misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, e dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori, trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli (di larghezza non superiore a 10 cm) e la deduzione del volume occupato dai ferri.

Nei prezzi di Elenco dei calcestruzzi, smalti e conglomerati cementizi, armati o meno, sono compresi e compensati la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la mano d'opera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi particolarmente riportati agli artt. 68, 69, 70, 71 del presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto, gli stampi di ogni forma, i casseri le casseforme di conterimento, le armature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa e additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Il conglomerato cementizio per volte, ponticelli, tubolari rettangolari od ovoidali, da eseguire in opera o fuori

(394) Se non diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame (calcestruzzi, conglomerati, ecc., nei quali si applicheranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento), tutte le murature, tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo la specie di paramento prescritto ed eseguito.

opera, ove non diversamente specificato, sarà contabilizzato come conglomerato ordinario, secondo la dosatura o altro tipo di classifica, qualunque fossero le difficoltà o le modalità del getto.

I lastroni di copertura in cemento armato saranno valutati, se previsti in Elenco, a superficie, comprendendo per essi nel relativo prezzo anche i ferri di armatura e la malta per la messa in opera. In caso diverso, rientreranno nella categoria del cemento armato.

Per gli elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietre artificiali), la misurazione verrà effettuata considerando il minimo parallelepipedo retto di base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo ed il prezzo dovrà ritenersi comprensivo, oltre che dell'armatura metallica, anche di ogni onere di collocazione.

#### 99.8. CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE

Le strutture di cui al presente titolo, se non diversamente specificato, dovranno sempre intendersi comprese e compensate con i prezzi di Elenco relative alle categorie di lavoro per le quali le strutture stesse sono necessarie, murature o conglomerati che siano.

In nessun caso saranno però pagate a parte le armature di sostegno dei casseri occorrenti per getti in conglomerato cementizio semplice o armato di strutture a sviluppo verticale (pilastri, muri, ecc.) in elevazione, in quanto tale onere dovrà sempre intendersi compreso e compensato nel prezzo relativo di Elenco.

Il prezzo delle strutture provvisorie di cui sopra è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc. nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola.

##### 99.8.1. Casseforme e armature secondarie (395)

Le casseforme e armature secondarie, ove il relativo onere non fosse compenetrato nel prezzo dei calcestruzzi e/o dei conglomerati, saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del calcestruzzo e/o conglomerato, escludendo di norma le superfici superiori dei getti con inclinazione sull'orizzontale inferiore al 50%.

Per le solette e gli sbalzi gettati su nervature prefabbricate, per il caso di cui sopra, verrà sempre applicato l'apposito prezzo di Elenco, ancorquando la soletta venisse gettata senza l'uso di vere e proprie casseforme o venisse gettata fuori opera e collegata alle nervature con getti di sigillo.

##### 99.8.2. Armature principali

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice o armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e, nel caso di valutazione scorporata delle casseforme, nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto.

Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i seguenti criteri: per ciascuna luce dell'opera si farà la classifica dell'armatura in base alla luce retta, misurata al piano di imposta tra i fili interni dei piedritti (pile, spalle e verticale sull'intradosso della sezione di imposta degli archi) e si applicherà il relativo prezzo alla superficie determinata, in proiezione orizzontale, dalla larghezza totale dell'impalcato compresi gli sbalzi e dalla luce sopra considerata.

Qualora l'altezza media dell'impalcato, intesa come rapporto tra l'area della superficie verticale longitudinale ed assiale del manufatto (compresa tra intradosso delle nervature, profilo del terreno e piedritti) e la luce superiori a 10,00 m, si applicherà un sovrapprezzo percentuale al prezzo del corrispondente articolo di Elenco per ogni zona di 5,00 m oltre l'altezza media.

Il compenso per armature di sostegno non è dovuto, in quanto compenetrato nel prezzo, nel caso di strutture in acciaio o con nervature principali in acciaio.

##### 99.8.3. Centine per archi e volte

Per luci maggiori di 10,00 m oltre al pagamento del compenso per armature principali di sostegno, sono comprese a parte le centinature, con il sovrapprezzo di Elenco computato a metro quadrato di proiezione orizzontale dell'intradosso dell'arco o della volta, purché il rapporto freccia-corda sia maggiore del 10%.

Per valori inferiori di detto rapporto non verrà riconosciuto alcun compenso per centinature, intendendosi l'onere relativo compreso tra quelli inerenti alle armature principali di sostegno di cui al precedente punto 99.8.2.

##### 99.8.4. Varo

Il varo di travi in cemento armato ordinario o precompresso sarà compensato con l'apposito prezzo di Elenco.

Ove tale prezzo non fosse previsto e nelle costruzioni venissero impiegati elementi fabbricati fuori opera, il trasporto e l'onere per portare le travi nella loro posizione definitiva, qualunque fosse il sistema ed il mezzo, e sempre per luci superiori a 10,00 m, verranno compensati con l'applicazione dei prezzi di Elenco relativi alle armature principali di sostegno.

##### 99.8.5. Costruzioni a sbalzo

Per le strutture in c.a., precompresso da costruire a sbalzo e per conci successivi, anche in curva di qualsiasi raggio, il prezzo di Elenco relativo alle casseforme scorrevoli sostenute da apposito carrello mobile su binari e contrappese-

(395) Per armatura secondaria dovrà intendersi quella ad immediato contatto delle casseforme e necessaria ad assicurare la stabilità di configurazione.

sato, è comprensivo dell'onere relativo alla costruzione delle casseforme e dell'intera apparecchiatura mobile ed agli spostamenti per l'esecuzione dei vari conci, qualunque fosse la luce dello sbalzo, nonché al montaggio e smontaggio dell'apparecchiatura stessa qualunque fosse l'altezza della struttura a sbalzo da costruire.

Qualora l'Appaltatore, per sua convenienza, ritenesse opportuno modificare il sistema costruttivo, ricorrendo a casseforme fisse sostenute da idonea armatura o ad altro idoneo sistema, il compenso spettante all'Appaltatore sarà sempre quello relativo alle casseforme scorrevoli, indipendentemente dalla luce ed altezza della struttura.

#### 99.9. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.

##### 99.9.1. Acciaio per strutture in cemento armato ordinario

La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecutivi approvati, trascurando le quantità superiori, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non previste né necessarie. La massa dell'acciaio verrà in ogni caso determinata moltiplicando lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo sagomature ed uncinature) per la massa unitaria di 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Resta inteso che l'acciaio per cemento armato ordinario sarà dato in opera nelle casseforme, con tutte le piegature, le sagomature, le giunzioni, le sovrapposizioni e le legature prescritte ed in genere con tutti gli oneri previsti all'art. 70 del presente Capitolato.

##### 99.9.2. Acciaio per strutture in cemento armato precompresso

La massa dell'acciaio armonico per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio precompresso verrà determinata in base alla sezione utile dei fili per lo sviluppo teorico dei cavi tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio per i cavi scorrevoli e tra le testate delle strutture per i fili aderenti.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso compensa per il sistema a cavi scorrevoli la fornitura e posa delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine, dei ferri distanziatori dei cavi e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi stessi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera ed i mezzi e materiali per la messa in tensione dei cavi nonché per il bloccaggio dei dispositivi; per il sistema a fili aderenti, la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo, la mano d'opera; i mezzi e materiali per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio e per il taglio dell'estremità emergenti; per il sistema a barre, eventuali diritti di brevetto, il trasporto, la fornitura e posa in opera delle guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre ed il bloccaggio dei dispositivi, le iniezioni e quant'altro occorrente per dare il lavoro completo.

Per gli acciai tipo "Dywidag" e simili la massa sarà determinata moltiplicando lo sviluppo teorico delle barre per la loro massa valutata sull'unità di misura.

#### 99.10. SOLETTE E SOLAI

##### 99.10.0. Norme generali

Le solette ed i solai in cemento armato saranno valutati, salvo diversa disposizione, a metro cubo, come ogni altra opera in cemento armato. Ogni altro tipo di soletta o solaio sarà invece valutato a metro quadrato, in base alla superficie determinata dal filo interno delle travi di delimitazione, esclusa la larghezza delle travi portanti o di perimetro.

Nei prezzi delle solette e dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore con malta sino al piano di posa dei massetti; sono altresì comprese, salvo diversa specifica, le casseforme e le impalcature di sostegno di qualsiasi entità (con le annotazioni di cui ai precedenti punti 99.8.1. e 99.8.2.) nonché ogni opera e materiale occorrente per dare le strutture completamente finite.

I solai a sbalzo saranno considerati, ai fini solo della classifica, di luce netta pari a 2,5 volte la luce dello sbalzo. Quelli a struttura mista e nervature incrociate saranno considerati, per gli stessi fini, di luce pari alla media delle due luci nette (396).

##### 99.10.1. Solai in cemento armato misto a laterizi (o materiali omofunzionali)

Nel prezzo dei solai in cemento armato misto a laterizi dovrà intendersi compresa e compensata la fornitura, lavorazione e posa in opera delle armature metalliche, resistenti e di ripartizione. Il prezzo a metro quadrato si applicherà anche, senza alcuna maggiorazione e se non diversamente disposto, a quelle parti di solaio in cui per resistere ai momenti negativi (zone di incastro) o per costituire fasce di maggiore resistenza (travetti annegati) il laterizio fosse sostituito da calcestruzzo.

##### 99.10.2. Solai e solette con lastre prefabbricate portanti e autoportanti

Il prezzo relativo ai solai e solette di cui al presente titolo comprende ogni onere e fornitura per dare la struttura completa e finita in ogni sua parte ed in particolare:

- la fornitura e posa in opera delle lastre prefabbricate, irrigidite dai pannelli di rete elettrosaldata e dai tralicci metallici portanti;
- la fornitura e posa in opera delle armature aggiuntive, nella misura necessaria, ed i getti di conglomerato.

#### 99.11. OPERE E MANUFATTI IN ACCIAIO E ALTRI METALLI

##### 99.11.0. Generalità

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati in base alla massa dei manufatti, determinata a lavorazione completamente ultimata e misurata prima della loro posa in opera, con misurazione effettuata a cura e spese dell'Appaltatore e verbalizzata in contraddittorio.

(396) Agli effetti contabili, naturalmente, la misurazione di detti solai (a sbalzo ed a nervature incrociate) sarà effettuata per la luce effettiva del solaio.



Nei prezzi delle opere in metallo è compreso ogni onere particolarmente previsto all'art. 75 del presente Capitolato ed inoltre ogni e qualunque compenso per forniture accessorie e per lavorazione, montaggio e collocamento in opera.

#### 99.11.1. Manufatti in acciaio e lavori speciali

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, o in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco. Questi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, della lavorazione secondo disegno, della posa e fissaggio in opera, nonché, se non diversamente previsto, della verniciatura ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Gli apparecchi di appoggio di qualsiasi tipo saranno compensati con i rispettivi prezzi di Elenco. Le cerniere a snodo in acciaio per il collegamento delle strutture costruite a sbalzo saranno contabilizzate con il prezzo relativo agli apparecchi di appoggio metallici di tipo mobile, pendolare o a rulli.

I giunti di dilatazione per ponti e viadotti in gomma antivibrante verranno misurati, prima della posa in opera, a volume, compresi i vuoti. I profilati metallici occorrenti per l'ancoraggio di tali giunti alla struttura, compresi i bulloni, verranno contabilizzati e pagati con il prezzo relativo ai manufatti in ferro lavorato.

Per i manufatti in acciaio, in genere, potrà essere corrisposto in contabilità un acconto pari al 50% dell'opera finita quando il materiale per l'esecuzione del manufatto fosse giunto in cantiere (a piè d'opera) e già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione Lavori.

#### 99.11.2. Barriere di sicurezza e parapetti metallici

Le barriere di sicurezza, rette o curve che siano, verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali e gli eventuali tratti costituenti l'avvio ai parapetti.

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco devono intendersi compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo (se non diversamente specificato) ed in particolare, per le barriere o i parapetti ricadenti su opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento tipo 42,5 o con resine epossidiche.

Nei prezzi di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori tra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

### 99.12. FONDAZIONI E MURATURE SPECIALI

#### 99.12.1. Cassoni ad aria compressa (pieni o alleggeriti)

Il volume delle fondazioni ad aria compressa sarà quello delimitato: lateralmente, dalle pareti esterne del cassone; inferiormente, dal piano di posa del conglomerato immesso nella camera di lavoro; superiormente, dalla risega di fondazione, qualunque fosse la quota del pelo dell'acqua e quella del solettone di chiusura del cassone.

A ciascun intervallo di profondità, a partire da detta quota di risega, verrà applicato il relativo prezzo di Elenco. Gli eventuali scavi effettuati superiormente al piano di risega saranno considerati o meno come scavi di fondazione subacquei, a seconda che si trovino o meno ad una profondità maggiore o uguale a 20 cm sotto il pelo d'acqua costante (ciò anche quando speciali circostanze di lavoro obbligassero l'Appaltatore ad iniziare gli scavi ad aria compressa ad un piano più alto di quello della risega di fondazione).

Per le fondazioni in argomento il prezzo unitario comprende: la provvista, l'eventuale varo, l'affondamento dei cassoni; tutti gli impianti e le spese per la produzione e la conduzione dell'aria compressa e dell'energia elettrica; tutti i ponti di servizio e di puntellamento; l'illuminazione; lo scavo, l'estrazione dei materiali di qualsiasi natura ed il loro trasporto a rifiuto; gli eventuali aggettamenti; la realizzazione in opera delle murature ed il riempimento con calcestruzzo della camera di lavoro e della canna (quest'ultima solo per quelli alleggeriti) con la fornitura dei materiali occorrenti (armature metalliche comprese); tutte le opere provvisorie necessarie (compresa anche l'eventuale esecuzione di isole per l'impostazione dei cassoni) tanto per l'esecuzione degli scavi, quanto per dare perfettamente compiute, nella loro definitiva posizione, le opere di fondazione. Il prezzo comprende altresì gli eventuali esaurimenti di acqua ed ogni altro onere ed apprestamento che occorresse per eseguire all'asciutto le strutture al di sopra della risega di fondazione.

#### 99.12.2. Cassoni autoaffondanti

Per tale tipo di fondazioni valgono gli stessi oneri, salvo l'aria compressa, e le stesse norme di misurazione indicate al precedente punto 99.12.1.

#### 99.12.3. Murature in galleria

I volumi delle murature di rivestimento delle gallerie verranno computati per i tratti aventi sezione costante e valutati sul vivo della superficie, esclusi gli eventuali intonaci. Il maggior volume di rivestimento rispetto agli spessori prescritti e la muratura di bloccaggio, occorrenti per il riempimento di vuoti dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, rimarranno a carico dell'Appaltatore (solo nel caso di caverne naturali, oppure di cavità causate da cedimenti o franamenti non implicabili a deficienze di armatura o a negligenza dello stesso, il calcestruzzo e la muratura di bloccaggio verranno valutati a parte e compensati in eccedenza).

Quando la Direzione ordinasse la realizzazione di fori, canalette, ecc. nello spessore del rivestimento (prima dell'esecuzione dello stesso), ogni onere relativo dovrà intendersi compreso nel prezzo e nella misurazione del rivestimento non verranno detratti i vuoti corrispondenti.

Nel caso di rivestimenti eseguiti in roccia consistente e non alterabile, a giudizio della Direzione potranno essere consentite punte di roccia annegate nella massa del rivestimento, purché non oltre il terzo del suo spessore; in tal caso il volume delle punte non verrà detratto da quello del rivestimento.

Nel caso infine che la Direzione Lavori prescrivesse, in dipendenza della natura dei terreni attraversati, un rivestimento ad anelli concentrici di calcestruzzo semplice o armato, di caratteristiche diverse, questo non darà diritto all'Appaltatore di richiedere alcun compenso in relazione ai maggiori oneri derivanti dall'esecuzione in più tempi.

#### 99.12.4. Calcestruzzo spruzzato

Il computo dei volumi di calcestruzzo spruzzato in sotterraneo od all'aperto verrà effettuato secondo gli spessori teorici ordinati di volta in volta dalla Direzione Lavori. Nel prezzo di Elenco si intendono compresi e compensati gli eventuali maggiori oneri derivanti dal riempimento di irregolarità delle pareti di scavo oltre lo spessore teorico. In ogni caso non saranno tollerate riduzioni di spessore, dovute ad irregolarità delle pareti di scavo, di oltre un terzo dello spessore teorico e solo per singoli punti.

In caso di caverne o di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili all'Appaltatore sarà eseguito a tergo un riempimento con calcestruzzo normale che verrà compensato secondo il relativo prezzo di Elenco.

#### 99.12.5. Murature in pozzo

La valutazione delle murature in pozzo, di norma conglomerati cementizi, sarà effettuata differentemente secondo che trattasi di rivestimenti o di murature di riempimento. Le murature di rivestimento dei pozzi saranno infatti contabilizzate con i prezzi relativi alle murature in elevazione; quelle di riempimento, ivi compresa la muratura relativa al fondello, saranno contabilizzate con i prezzi relativi alle murature in fondazione.

#### 99.13. TRATTAMENTI PROTETTIVI - SMALTI CEMENTIZI - CAPPE D'ASFALTO - IMPERMEABILIZZAZIONI

La valutazione delle opere richiamate in titolo verrà fatta tenendo conto della effettiva superficie, curva o piana, orizzontale, inclinata o verticale, senza deduzione dei vani di superficie inferiore ad  $1,00 \text{ m}^2$ ; per i vani di superficie maggiore di  $1,00 \text{ m}^2$  verrà detratta l'eccedenza. In compenso non si terrà conto delle sovrapposizioni, dei risvolti e delle rientranze o sporgenze inferiori a 10 cm.

Nei prezzi di Elenco dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri particolarmente previsti nel presente Capitolato, in particolare la preparazione dei supporti, sia orizzontali che verticali, i ponteggi, le forniture accessorie, la formazione dei giunti e la realizzazione dei raccordi.

#### 99.14. INTONACI

Le rabbocature, le sbruffature, le arricciature e gli intonaci di qualsiasi tipo, applicati anche in superfici limitate (spalle, sguinci, mazzette, ecc.) o comunque centinate ed a qualsiasi altezza, saranno valutati in base alla loro superficie con i prezzi di Elenco, che compensano, oltre tutti gli oneri previsti nell'art. 78 del presente Capitolato, anche quelli che seguono:

- l'esecuzione di angoli e spigoli a ciglio vivo o arrotondato con raggio non superiore a 5 cm, con l'avvertenza che in questo caso gli intonaci verranno misurati come se esistessero gli spigoli vivi;
- la ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere e le riprese contro pavimenti, rivestimenti, zoccolature, seramenti, da eseguirsi anche in tempi successivi;
- l'esecuzione di un primo leggero rinzaffo formato con malta fluida di cemento su tutte le superfici di intradosso dei solai e delle volte e su tutte le strutture di conglomerato cementizio.

La valutazione sarà eseguita in base alle superfici in vista effettive, salvo quanto specificato di seguito.

##### 99.14.1. Intonaci interni

Gli intonaci sui muri interni ad una testa o in foglio e comunque di spessore non superiore a 15 cm, dovranno essere misurati per la loro superficie effettiva, con detrazione pertanto di tutti i vuoti, al vivo delle murature, di qualunque dimensione essi siano. In questo caso saranno però misurate ed aggiunte le superfici degli sguinci, degli intradossi, delle piattabande o degli archi dei vani passanti o ciechi.

Gli intonaci sui muri di spessore maggiore ad una testa e comunque di spessore maggiore di 15 cm saranno misurati vuoto per pieno, senza detrazione di zone mancanti di intonaco, fino alla superficie di  $4,00 \text{ m}^2$ , a compenso delle superfici degli sguinci, spalle, intradossi dei vani compresi nelle suddette zone, dei parapetti o simili eventualmente esistenti nei vani stessi (397).

Sui muri di spessore maggiore ad una testa intonacati dalle due parti, in corrispondenza dei vani a tutto spessore dovrà effettuarsi la detrazione dei vuoti dalla parte in cui il vuoto presenta la superficie minore; l'altra parte ricadrà nel caso precedente, e sarà analogamente considerata.

##### 99.14.2. Intonaci esterni

Gli intonaci esterni di qualsiasi tipo saranno valutati vuoto per pieno nella relativa proiezione sul piano verticale, intendendosi in tal modo valutate le sporgenze e le rientranze fino a 20 cm dal piano delle murature esterne. Nel prezzo sono compresi gli oneri per l'esecuzione dei fondi, cornici, cornicioni, fasce, stipiti, mostre, architravi, mensole, bugnati, ecc. nonché gli intradossi dei balconi, anche incassati, delle verande, logge, pensiline e cornicioni di oggetto fino ad 0,80 m.

Saranno invece computati nella loro superficie effettiva gli intonaci eseguiti su cornicioni, balconi, pensiline, ecc. con oggetti superiori ad 0,80 m.

#### 99.15. RIVESTIMENTI

I rivestimenti di qualunque genere verranno valutati in base alla loro superficie effettiva, qualunque fosse la sagoma e la posizione delle pareti o strutture da rivestire, detratte le zone non rivestite di superficie superiore a  $0,25 \text{ m}^2$ .

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri di cui all'art. 79 del presente Capitolato. Per i rivestimenti resino-plastici valgono le norme di cui al precedente punto 99.14.

(397) I vani di superficie superiore a  $4,00 \text{ m}^2$  dovranno essere pertanto, detratti, ma in questo caso saranno valutate le superfici degli sguinci, spalle, intradossi, ecc. Qualora la superficie dei vuoti dovesse superare il 30% della superficie di proiezione del prospetto sul piano verticale, tutti gli intonaci saranno valutati per le loro superfici effettive. Tale valutazione avverrà anche nei casi di difficile o controversa applicazione del metodo forfettario, a giudizio della Direzione Lavori.

#### 99.16. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri generali e particolari previsti all'art. 84 del presente Capitolato. I prezzi compensano altresì, se non diversamente prescritto, la lavorazione delle facce viste, gli incassi, le stralature, la lavorazione degli spigoli, i tagli in misura e quant'altro specificatamente previsto; compensano ancora gli ancoraggi meccanici, le imbottiture ed inoltre l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo.

La valutazione delle opere sarà effettuata in base al volume, alla superficie, o allo sviluppo lineare, secondo i casi e le previsioni di Elenco, con i criteri stabiliti in precedenza al punto 99.6.3. Le immorsature si valuteranno con lo stesso prezzo relativo ai marmi ed alle pietre.

#### 99.17. OPERE DA CARPENTIERE

Nei prezzi di Elenco riguardanti la lavorazione e posa in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, bulloni, chiavetti, ecc. occorrenti; per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per impalcature di servizio, catene, cordami, malte, meccanismi e simili, per qualunque mezzo provvisorio per l'innalzamento, trasporto e posa in opera ed in genere per gli oneri tutti di cui all'art. 81 del presente Capitolato.

La valutazione dei manufatti in legno e delle opere da carpentiere in genere verrà effettuata in base al volume di legname effettivamente collocato in opera, senza tener conto dei maschi e dei nodi per le congiunzioni dei diversi pezzi e senza dedurre le relative mancanze o intagli.

#### 99.18. OPERE DA LATTONIERE - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture di cui all'art. 82 del presente Capitolato. La valutazione dei condotti, pluviali e canali di gronda sarà effettuata in base alla loro lunghezza effettiva, misurata sull'asse. La valutazione delle converse, dei compluvi e delle scossaline sarà invece effettuata in base alla loro superficie, senza tener conto delle giunzioni, sovrapposizioni, ecc.

I manufatti tubolari in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in ragione della loro massa effettiva, risultante da apposito verbale di pesatura redatto in contraddittorio. Resta comunque precisato che qualora la massa effettiva di ciascun elemento fosse inferiore a quella teorica, diminuita della tolleranza, la fornitura non verrà accettata; se viceversa fosse superiore a quella teorica aumentata della tolleranza, il compenso sarà limitato unicamente alla massa teorica incrementata della tolleranza.

#### 99.19. GABBIONATE

Il prezzo relativo alle gabbionate comprende, oltre alla fornitura e posa in opera dei gabbioni metallici, il filo zincato per le legature e i tiranti, la fornitura e posa in opera del pietrame di riempimento e la sistemazione del paramento a vista. La misurazione verrà effettuata su gabbione già posto in opera e finito.

#### 99.20. TUBAZIONI

Le tubazioni in genere saranno valutate in base alla loro massa o in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste all'art. 84, fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia, nelle tubazioni interrato, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, come pure gli isolamenti acustici e le colorazioni distintive devono ritenersi specificatamente inclusi, se non diversamente disposto, tra gli oneri relativi ai prezzi di Elenco.

##### 99.20.1. Tubazioni metalliche

Le tubazioni metalliche saranno valutate in base alla loro massa, in rapporto al tipo approvato dalla Direzione Lavori, o in base alla loro lunghezza, misurata sull'asse delle tubazioni stesse, quando ne fossero indicate le caratteristiche.

I prezzi di Elenco comprendono oltre alla fornitura dei materiali, compresi quelli di giunzione, e la relativa posa in opera, anche ogni accessorio quali staffe, collari, supporti, ecc. nonché l'esecuzione delle giunzioni, nei tipi prescritti, e le opere murarie.

Nella valutazione delle masse si terrà conto unicamente di quelle relative ai tubi e ai manufatti metallici di giunzione (flange, controflange, manicotti, ecc.), con esclusione del piombo (nei giunti a piombo), delle guarnizioni (corda di canapa, anelli di gomma, ecc.) nonché delle staffe, collari e materiali vari di fissaggio il cui onere, per quanto in precedenza esposto, deve ritenersi incluso nel prezzo. Nella valutazione delle lunghezze non dovrà tenersi conto delle sovrapposizioni.

Per quanto riguarda i pezzi speciali, l'onere della relativa fornitura e posa in opera potrà essere compreso o meno nel prezzo delle tubazioni (398).

Per le tubazioni in acciaio, qualora tale onere risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, i pezzi speciali verranno valutati in lunghezza, sulla maggiore dimensione, applicando un coefficiente moltiplicatore pari a 2 per i pezzi speciali di tipo semplice (curve, riduzioni, raccordi, ecc.), pari a 2,25 per i pezzi speciali ad una diramazione e pari a 2,50 per quelli a due diramazioni. Per le stesse tubazioni, e per lo stesso caso, qualora la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base alla massa, i pezzi speciali verranno valutati per la loro massa, ottenuta applicando alla massa reale gli stessi coefficienti moltiplicatori.

Per le tubazioni in ghisa, qualora l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, la valutazione dei pezzi speciali sarà effettuata ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze:

(398) Resta comunque stabilito in proposito che, ove non diversamente disposto, l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali dovrà sempre ritenersi compreso e compensato con il prezzo relativo alle tubazioni.

	DN 60-150	DN 200-350	DN 400-600
- giunzioni ad una flangia (imbocchi).....	2,25 m	3,25 m	3,50 m
- giunzioni flangia-bicchiere (tazze).....	3,00 "	4,00 "	4,25 "
- manicotti .....	3,25 "	4,00 "	5,50 "
- curve a due bicchieri ad 1/4 (90°).....	4,25 "	6,50 "	10,00 "
- curve a due bicchieri ad 1/8 (45°).....	4,00 "	5,75 "	7,00 "
- curve a due bicchieri ad 1/16 (22°30') .....	3,75 "	5,00 "	5,75 "
- curve a due bicchieri 1/32 (11°15').....	3,50 "	4,50 "	5,25 "
- curve a due flange ad 1/4 (90°) .....	3,00 "	4,75 "	7,25 "
- curve a due flange ad 1/8 (45°) .....	3,00 "	5,00 "	-
- Tl a due bicchieri con diramazione a flangia .....	5,25 "	7,00 "	8,25 "
- Tl a tre bicchieri.....	5,00 "	6,00 "	-
- Tl a tre flange con diramazione centrale .....	4,50 "	7,00 "	9,25 "
- croci a quattro flange .....	6,25 "	9,50 "	11,25 "
- riduzioni a due bicchieri.....	3,25 "	3,75 "	5,00 "
- riduzioni a due flange .....	2,50 "	3,50 "	4,00 "
- flange di riduzione.....	1,50 "	1,75 "	2,25 "
- piatti di chiusura .....	1,00 "	1,75 "	2,25 "

### 99.20.2. Tubazioni in grès e in cemento

La valutazione delle tubazioni in grès, sia in opera che in semplice fornitura, sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi. I pezzi speciali saranno valutati ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, nel modo di seguito indicato:

- curve semplici a 45°.....	∅ i < 20 cm .....	1,50 m
- curve semplici a 45°.....	∅ i > 20 cm .....	2,50 m
- curve a squadra a 90°.....	∅ i < 20 cm .....	1,50 m
- curve a squadra a 90°.....	∅ i > 20 cm .....	2,50 m
- pezzi conici (riduzioni) .....		1,00 m
- ispezioni con tappo, serratappo, e guarnizione di gomma .....		2,00 m
- tappi piani .....		0,25 m
- giunti semplici a braccio uguale o minore .....		2,50 m
- giunti a squadra a braccio uguale o minore.....		2,25 m
- sifone verticale tipo Torino .....		5,00 m
- sifone orizzontale tipo Firenze .....		8,00 m

Per i tubi in cemento, cemento armato, vale quanto specificatamente riportato per la valutazione delle tubazioni in grès, salvo diverse disposizioni.

### 99.20.3. Tubazioni in materie plastiche

La valutazione delle tubazioni in materie plastiche (PVC, polietilene, ecc.) dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 99.20.2., ragguagliando i pezzi speciali alle tubazioni del corrispondente diametro secondo le lunghezze di seguito riportate:

#### a) - Tubi per condotte di fluidi in pressione (tipo PVC UNI EN 1452-2)

PN = 4 ÷ 6 bar:

- curve a 90°	∅ e = 50 ÷ 90 mm .....	4,50 m
- curve a 90°	∅ e ≥ 110 mm .....	6,00 m
- gomiti a 45° o 90°	il 50% dei valori sopra segnati	
- Tl a 45° o 90°	∅ e = 50 ÷ 90 mm .....	5,50 m
- Tl a 45° o 90°	∅ e ≥ 110 mm .....	5,50 m
- croci	∅ e ≥ 50 mm .....	6,00 m
- manicotti di passaggio	∅ e = 50 ÷ 90 mm .....	2,00 m
- manicotti di passaggio	∅ e ≥ 110 mm .....	2,50 m
- riduzioni	Il 70% del valore dei manicotti	
- prese a staffa	∅ e = 50 ÷ 90 mm .....	2,00 m
- prese a staffa	∅ e ≥ 110 mm .....	1,75 m
- tappi maschio	valore come per i manicotti	

PN = 10 ÷ 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

## b) - Tubi per condotte di scarico interrante (tipo PVC UNI EN 1401-1)

- curve aperte o chiuse	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,00 m
- curve aperte o chiuse	Ø e = 250 ÷ 630 mm	1,25 m
- braghe a 45° o 67°, Tl semplici a 90°	come per le curve	
- braghe doppie, Tl doppi a 90°	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,25 m
- braghe doppie Tl doppi 90°	Ø e = 250 ÷ 630 mm	1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 250 ÷ 630 mm	2,25 m
- tappi		1,25 m

## c) - Tubi per condotte in pressione o di scarico in polietilene alta densità (PEAD)

PN = 2,5 - 3,2 bar:

- giunzioni semplici a una flangia	Ø e 75 ÷ 125 mm	4,00 m
- collari (cartelle) saldabili con flangia in acciaio	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m
- curve a 90° (stampate a iniezione o termoformate)	Ø e ≥ 110 mm	5,00 m
- curve a 60° o 90° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m
- curve a 30° o 45° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm	4,50 m
- collari di ancoraggio	Ø e ≥ 110 mm	2,50 m
- riduzioni concentriche	Ø e ≥ 125 mm	2,00 m
- Tl a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm	5,50 m
- croci	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m

PN = 4 - 6 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 75% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

PN = 10 - 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

## d) - Tubi per condotte in pressione o di scarico in PRFV

- curve a 45°	5,00 m
- curve a 90°	7,00 m
- Giunto a T, braga semplice	7,00 m
- Giunto a croce	8,00 m
- Tronchetto a flangia	6,00 m
- Tronchetto con flangia scorrevole	6,00 m
- Piatto di chiusura (flangia cieca)	4,00 m
- Riduzioni	4,00 m

## 99.21. CANALETTE DI SCARICO PREFABBRICATE

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, verranno valutate in opera a metro lineare di sviluppo, misurato sull'asse, e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi e quanto altro occorra per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'invito in conglomerato cementizio da eseguire alla sommità delle canalette è compreso nel prezzo a metro lineare delle canalette.

## 99.22. MANTELLATE DI RIVESTIMENTO

## 99.22.1. Mantellate in lastre

Le mantellate in lastre di conglomerato cementizio, e quelle composte da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo (mantellate in grigliato articolato), per rivestimento delle scarpate, saranno valutate a metro quadrato di sviluppo misurato ai bordi esteriori delle lastre di estremità poste sul perimetro della superficie rivestita.

Il prezzo comprende tutto quanto è necessario per dare il rivestimento finito in opera, compreso il ferro incorporato nelle lastre e quello da inserire nei giunti, il coronamento di ancoraggio superiore, l'ancoraggio inferiore, la regolarizzazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni onere e magistero per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

## 99.22.2. Mantellate in grigliato articolato

Le mantellate in grigliato articolato saranno compensate in base alla loro effettiva superficie, intendendosi compresi e compensati nel prezzo anche la fornitura e posa in opera di terra vegetale per l'intasamento dei vuoti, la semina di miscuglio di specie erbacee, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

## 99.23. PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCLIA

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie rettificata e nel prezzo sono compresi l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte da eseguirsi con cordolo in calcestruzzo.

## 99.24. CONSOLIDAMENTI

**99.24.1. Consolidamento di scarpate con malta di cemento spruzzata**

Lo scavo a mano o con mezzi meccanici da eseguire per conformare le scarpate a gradoni sarà valutato e pagato come scavo di sbancamento. La fornitura e posa in opera della rete metallica lungo le superfici dei gradoni saranno valutate a metro quadrato e nel relativo prezzo è compresa la fornitura delle staffe di fissaggio in tondino di ferro.

Il trattamento delle superfici dei gradoni con malta di cemento spruzzata sarà valutato a metro quadrato, e nel relativo prezzo è compreso l'onere della bagnatura preliminare delle superfici, nonché quello relativo alla formazione di una cunetta al piede delle pareti subverticali per la raccolta e lo smaltimento delle acque.

Il trattamento delle superfici orizzontali dei gradoni verrà valutato a metro quadrato e per la sua contabilizzazione sarà applicato il prezzo relativo al rivestimento delle scarpate mediante piantagioni.

**99.24.2. Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive**

Le operazioni relative alle seguenti categorie di lavoro: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera dei tubi per iniezioni in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di Elenco.

Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per ogni quintale di cemento iniettato e misurato a secco; quelle eseguite con miscela di acqua-cemento e bentonite verranno valutate e pagate per ogni quintale di miscela secca cemento-bentonite.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche, si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad esempio silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela. A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con il distacco di apposito talloncino. Inoltre, l'Appaltatore si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

## 99.25. SCOGLIERE

I massi naturali da impiegare per la formazione delle scogliere verranno valutati a peso e le operazioni di pesatura verranno effettuate in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, che firmeranno apposita distinta giornaliera.

La pesatura dei massi, qualora questi vengano trasportati in cantiere con autocarri, dovrà essere effettuata servendosi di apposito peso a bilico che, a richiesta della Direzione Lavori, dovrà essere fornito in cantiere e sottoposto a controllo dell'Ufficio Metrico.

Per la classificazione della categoria alla quale appartiene il carico trasportato, si dovrà dividere il peso netto per il numero dei massi compresi nel carico stesso. Per i materiali provenienti per ferrovia, i pesi saranno determinati dai fogli di viaggio rilasciati dalle FF.SS.

Nei singoli prezzi di Elenco, relativi sia al pietrame in scapoli per l'intasamento, sia ai massi naturali delle varie categorie, è compreso e compensato ogni onere, per: cavatura, indennità di cava, trasporto in cantiere, pesatura, sollevamento e collocamento in opera con qualsiasi mezzo e magistero occorrente. I massi naturali che dovessero rompersi nel collocamento in opera, saranno considerati come materiali rifiutati e non contabilizzati o lo saranno soltanto in base al volume dei singoli pezzi risultanti, purché non sia inferiore a quello minimo stabilito.

I prezzi riferibili ai massi artificiali si applicano ai volumi effettivi dedotti geometricamente dalla misurazione dei singoli massi da effettuarsi prima della loro posa in opera. I massi artificiali che si rompessero o deteriorassero all'atto della posa in opera, oltre a non essere contabilizzati, dovranno essere tolti ed asportati a tutte spese dell'Appaltatore.

## 99.26. SEMINAGIONI - PIANTAGIONI - VIMINATE

Qualora vengano determinati i relativi prezzi di Elenco le seminagioni sulle scarpate saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite oppure a metro quadrato.

Nei relativi prezzi oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione. Nelle viminate è pure compreso ogni onere e la garanzia di attecchimento. La valutazione verrà fatta a metro lineare.

## 99.27. CUNETTE E BANCHINE

Le banchine e le cunette in calcestruzzo, saranno, ove non previste in Elenco a metro lineare, compensate a cubatura, comprendendosi nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite, fresche al fracasso. Le eventuali cunette piane con spallette in armatura saranno pagate a metro lineare, includendo nel prezzo il conglomerato di sottofondo e la lavorazione a faccia vista.

## 99.28. LAVORI DI VERNICIATURA

I prezzi di Elenco relativi ai lavori di verniciatura compensano tutti gli oneri di cui all'art. 89 del presente Capitolato. La valutazione delle opere verrà fatta come di seguito.

**99.28.1. Tinteggiatura e pitturazioni di pareti murarie**

La valutazione delle tinteggiature e pitturazioni delle superfici di opere murarie, intonacate o meno, verrà effettuata con le stesse norme dettate per gli intonaci al precedente punto 99.14.

**99.28.2. Verniciatura di opere metalliche**

Per le opere metalliche semplici e senza ornati, quali inferriate, cancellate, ringhiere, cancelli anche riducibili,

infissi, reti e simili, verniciate nelle due parti, verranno valutate le loro superfici effettive per una sola volta. Per quelle con ornamenti, nonché per le lamiere stirate, le reti con maglie di lato medio non superiore a 5 cm, verniciate nelle due parti, si procederà alla loro valutazione computando una volta e mezzo la superficie misurata come sopra.

Per le lamiere ondulate, le serrande ad elementi di lamiera e simili, verniciati nelle due parti, verrà valutata tre volte la loro superficie misurata come sopra, restando così compensato anche lo sviluppo, la parte non in vista e gli accessori.

## 99.29. PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 99.29.1. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni in genere

Salvo diversa specifica, i lavori di cui al presente titolo saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura degli stessi una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 50 cm. Verranno dedotte le superfici occupate da manufatti ed ingombri di qualsiasi genere, se di misura superiore a 0,5 m<sup>2</sup>.

Con il prezzo di Elenco vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione e al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo, anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualsiasi distanza di quello non utilizzabile.

### 99.29.2. Fondazioni in pietrame o in misto granulare

L'ossatura di pietrame per la fondazione della massicciata sarà valutata a metro cubo. Con il prezzo di Elenco l'Appaltatore si intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti al punto 92.1., ivi compresi la fornitura e lo spandimento dell'eventuale materiale di aggregazione o saturazione che si rendesse necessario per ridurre il volume dei vuoti e la cilindratura a fondo di assestamento.

La fondazione in misto granulare, "tout venant" o terra stabilizzata sarà egualmente misurata a metro cubo, per materiale steso e compattato. Il prezzo comprende tutti e nessuno escluso gli oneri prescritti al punto 92.2. per dare la fondazione finita con la densità e la portanza stabilita.

### 99.29.3. Massicciate di pietrisco - Cilindratura

Il pietrisco per massicciata dovrà essere fornito in cumuli, tutti di eguale e determinato volume, di perfetta figura geometrica, secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori. Per ogni serie si sceglierà un cumulo campione il cui volume sarà applicato ai cumuli di tutta la serie. Il pietrisco proveniente dalla scarificazione sarà misurato con le stesse norme.

La cilindratura del pietrisco sarà valutata in base al volume del materiale misurato prima della nullatura. Nel prezzo relativo è compresa la sistemazione del piano di posa, lo spargimento del pietrisco, la regolarizzazione ed il trasporto, la fornitura dell'acqua ed il conseguente impiego, la fornitura e lo spargimento del materiale di aggregazione, la fornitura e l'impiego del compressore per il numero dei passaggi prescritti ed in genere tutti i magisteri specificati al punto 98.1. per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

### 99.29.4. Strati di base in misto cementato, misto bitumato o conglomerato cementizio

Anche per queste voci la valutazione sarà effettuata a metro cubo di opera finita. I relativi prezzi comprendono le forniture di tutti i materiali occorrenti, tutti gli oneri derivanti per lo studio delle miscele, la messa in opera dei materiali, le lavorazioni, i macchinari e la mano d'opera occorrenti ed in genere quant'altro necessario per la perfetta finitura degli strati e per il raggiungimento dei risultati prescritti.

### 99.29.5. Trattamenti superficiali - Manti in conglomerato bituminoso

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti in conglomerato, le pavimentazioni cementizie ed in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti. Nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo con le modalità e norme indicate.

Il prezzo di Elenco dei conglomerati bituminosi comprende ogni magistero per provviste, trasporti, impiego e nullatura, nonché la preparazione delle carreggiate da pavimentare e la fornitura e lo spandimento dello strato di ancoraggio di emulsione bituminosa al 55% o di bitume liquido nella misura prescritta.

Per i conglomerati bituminosi, l'esistenza di deficienze o irregolarità rispetto alla formula approvata dalla Direzione Lavori e che superano i limiti di tolleranza stabiliti, comporteranno il rifacimento della pavimentazione, a cura e spese dell'Appaltatore, per le parti non rispondenti alle norme di Capitolato o diversamente prescritte. Deficienze contenute entro i limiti di 0,5 ÷ 1% per il bitume, 1,5 ÷ 3% per la sabbia, daranno luogo in contabilità ad una detrazione del 5% sul prezzo relativo a tale categoria di lavoro.

### 99.29.6. Pavimentazioni in cubetti e mattonelle - Lastricati - Selciati - Acciottolati

Le pavimentazioni di cui al presente titolo saranno pagate a metro quadrato, per la loro superficie vista, al netto degli incassi anche se prescritti.

Nei prezzi relativi dovranno intendersi sempre compresi il letto di sabbia o malta, ed ogni compenso per riduzioni, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciotoli, per difficoltà costruttive dovute ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo, per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura (secondo prescrizione) e qualunque altra opera o spesa per dare i lavori completi e rifiniti in ogni parte.

I prezzi di tariffa saranno applicati invariabilmente qualunque fosse, piana o curva, la superficie vista o qualunque fosse il fondo di posa delle pavimentazioni. Il sottofondo di conglomerato cementizio, tranne che per i selciati in malta, verrà valutato a parte con il prezzo relativo alla classe prescritta.

**99.29.7. Orature in pietra naturale o artificiale**

Le orature saranno valutate a metro lineare e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende ogni onere e magistero per dare le orature in opera, ivi compreso ogni scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione verrà compensato a parte. La misurazione delle orature sarà effettuata sul bordo esterno.

**99.29.8. Cordonate in conglomerato cementizio**

Le cordonate in conglomerato cementizio verranno compensate valutando separatamente con i relativi prezzo di Elenco le varie lavorazioni occorrenti: il calcestruzzo, le casseforme, il ferro di armatura, l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e la relativa fondazione. Questo se non diversamente previsto in Elenco.

**99.30. TELI IN GEOTESSILE**

I teli "geotessili" adoperati come strati anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, saranno pagati a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dai teli essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

**99.31. BARRIERE TIPO "NEW JERSEY"**

Le barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "New Jersey", rette o curve, centrali o laterali, verranno misurate sulla loro effettiva lunghezza. I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco Prezzi.

Nella voce di Elenco è compreso l'eventuale taglio di sovrastruttura stradale, la preparazione del piano di posa e quanto altro occorre per l'esecuzione della barriera a regola d'arte secondo l'andamento plano-altimetrico della strada.

Dalle voci di Elenco saranno escluse le opere necessarie per lo smaltimento delle acque superficiali e le armature in acciaio che saranno compensate a parte.

**99.32. SIGILLATURE**

Le sigillature, qualora non specificatamente comprese tra gli oneri connessi alla esecuzione delle opere per le quali risultano necessarie, saranno valutate in base al loro sviluppo lineare. I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri previsti all'art. 91 del presente Capitolato, ivi comprese la fornitura e posa in opera dei materiali di riempimento e distacco di cui al punto 91.1.3.

## Art. 100 IMPIANTI

Qualora la fornitura e posa in opera degli impianti non fossero previste in forma forfettaria, la valutazione dei vari elementi degli stessi sarà effettuata a numero, a massa, secondo la lunghezza o con riferimento ad altre specifiche modalità di misura, in rapporto a quanto particolarmente stabilito nell'Elenco dei Prezzi.

Ove invece il prezzo di ciascun impianto fosse stabilito forfettariamente, esso comprende e compensa, se non diversamente previsto, tutte le forniture, le lavorazioni, i montaggi, le prestazioni (principali ed accessorie) e gli oneri tutti stabiliti nei relativi articoli del presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali. Compensa altresì gli oneri relativi ai collaudi funzionali e prestazionali ed i lavori ed interventi tutti necessari alla loro conservazione qualora il loro impiego dovesse aver luogo in tempo differito.

Per gli impianti o parti di impianto che per motivi diversi non fosse stato possibile portare a compimento, si richiama quanto in precedenza detto al punto 97.3.



APPENDICE A

**NORME GENERALI DI ESECUZIONE**

**IMPIANTI VARI – ELETTRICI E DI  
PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

---

## Art. A1

**OPERE PROVVISORIALI  
MACCHINARI E MEZZI D'OPERA**

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi (1), impalcature, armature, cerniture, casseri, puntellature, ecc., dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove dette opere dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere. Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera. Per i relativi oneri si rimanda ai punti 27.2., 27.3., 27.4. 27.15., 27.17., 27.36. del presente Capitolato.

## Art. A2

**INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI****A2.0. GENERALITÀ**

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a propria cura, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare con la dovuta approssimazione la natura e le caratteristiche dei terreni di impianto, nonché la presenza di eventuali discontinuità ed i livelli di acqua. Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni dei manufatti, dei carichi da questi esercitati e dalla consistenza dei terreni di fondazione (2).

**A2.1. INDAGINI IN SITO****A2.1.1. Tipo, tecnica e profondità (3)**

Le indagini consistiranno, in generale, in saggi di vario tipo – quali sondaggi, pozzi, trincee o cunicoli di esplorazione – dei quali sarà effettuata una accurata descrizione in base ai criteri geotecnici di identificazione e classifica. La Direzione specificherà o autorizzerà la tecnica di indagine che, per i sondaggi, dovrà comprendere non meno di una verticale ogni 250 mq per le opere con estensione superficiale ed una ogni 250 m per le opere con estensione lineare.

La profondità delle indagini sarà misurata a partire dalla quota più bassa che sarà prevedibilmente raggiunta dalla fondazione (per le palificate, a partire dall'estremità inferiore dei pali) e verrà stabilita in rapporto alle considerazioni di cui all'ultimo capoverso del precedente punto A2.0.

**A2.1.2. Prelievo dei campioni**

In rapporto alle condizioni di indagine i campioni potranno essere prelevati in superficie, o mediante scavo di pozzi, o mediante apparecchiature a rotazione (trivellazioni), a percussione, a pressione, ecc. Per ogni sondaggio, si darà luogo al prelievo di campioni ad ogni variazione stratigrafica e, per strati di notevole spessore, a differenze di quota da 3 a 5 m a seconda delle particolari condizioni.

I campioni verranno conservati con la massima cautela in idonei contenitori stagni sui quali, con apposita etichetta, verranno indicati: luogo e data del prelievo, numero del campione, quota di prelievo, denominazione del lavoro, del cantiere e della Ditta appaltatrice. Sugli stessi campioni, che dovranno essere conservati in locali riparati, la Direzione Lavori potrà fare eseguire tutti gli esami di laboratorio che riterrà necessari ed opportuni.

**A2.2. INDAGINI E PROVE – RELAZIONE**

Le indagini di laboratorio avranno lo scopo di determinare le proprietà indici per una completa identificazione e classificazione geotecnica dei terreni e le proprietà fisico-meccaniche degli stessi. Le prime potranno determinarsi sia su campioni rimaneggiati, sia su campioni indisturbati; le seconde, solo su campioni indisturbati.

Per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni si dovrà ricorrere a *prove in situ* nei casi in cui si presentasse particolarmente difficile il prelievo dei campioni indisturbati (es. sabbie o ghiaie incoerenti, tufi vulcanici incoerenti, torbe e materiale di riporto, argille scagliose, ecc.) oppure allorché si dovesse verificare il comportamento di strutture di fondazione (es. prove su pali campione).

A indagini, prove e rilievi ultimati, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare alla Direzione una esauriente *relazione*, corredata di grafici e moduli riepilogativi, al fine di fornire un quadro sufficientemente chiaro di tutte le caratteristiche generali e particolari del terreno di impianto e di tutte le condizioni che possano influire sul dimensionamento e sulla stabilità delle opere.

La relazione sarà firmata da un geologo professionalmente abilitato o da un esperto e dell'Appaltatore.

L'onere di cui al presente articolo, nel caso di appalto integrato come disciplinato dall'art. 140 del Regolamento o di concessione, sarà a totale carico dell'Appaltatore. Negli altri casi le spese per le indagini saranno soggette a rimborso.

(1) Per le opere provvisorie ed i ponteggi si richiamano l'art. 122 e segg. del c.d. T.U. sulla Sicurezza Lavoro, D.Leg.vo 9 aprile 2008, n. 81: "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro".

(2) Qualora il progetto da realizzare fosse già corredato di studi geologici e geotecnici, resta salva la facoltà del Direttore dei Lavori di richiedere all'Appaltatore eventuali estensioni ed approfondimenti a norma del presente articolo. Di contro l'Appaltatore potrà effettuare di propria iniziativa indagini e verifiche di natura geologica e geotecnica, ferma restando, in subordine, l'incondizionata accettazione delle determinazioni di progetto e la conseguente assunzione della piena e relativa responsabilità.

(3) Per le indagini in sito si richiamano in particolare le "Raccomandazioni" dell'Associazione Geotecnica italiana.

## Art. A3

**AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE****A3.0. GENERALITÀ**

Il calcolo di progetto o di verifica strutturale delle opere dovrà essere condotto tenendo conto di tutte le azioni che potranno agire sulle stesse. I criteri generali di verifica dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al D.M. 14 settembre 2005 che approva le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni". In particolare, per le azioni, dovrà farsi riferimento ai Capitoli 3, 4 e 6 di tali norme (4).

**A3.0.1. Carichi permanenti**

I carichi permanenti agenti sulle opere e costruzioni in genere saranno determinati con analisi dettagliata dei materiali componenti le strutture e le sovrastrutture (con specifica degli spessori e delle masse per unità di volume) e dei sovraccarichi permanenti (effettivi, presuntivi o da ripartizione). Nel caso delle tubazioni, la massa per unità di volume dei materiali costituenti il rinterro dovrà essere assunta non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

**A3.0.2. Sovraccarichi accidentali**

Dovranno essere conformi, per le più comuni strutture, ai valori riportati nella Tabella A1 (comprensivi degli effetti dinamici).

I parapetti saranno calcolati in base ad una spinta orizzontale sul corrimano non inferiore a 1,50 kN, con maggiorazioni fino a 2,50 kN in casi particolari. Le tubazioni destinate ad essere posate sotto pavimentazione stradale dovranno essere calcolate per sopportare dei sovraccarichi fissi e/o mobili da valutarsi in rapporto alla tipologia di traffico presunto.

TAB. A - 1 - Carichi di esercizio per costruzioni edilizie

N. STRUTTURE E LOCALI		CARICHI	
1	Tetti e terrazze impraticabili - Pensiline	2,00	kN/m <sup>2</sup>
2	Locali per uffici e relativi terrazzi praticabili	3,00	"
3	Locali suscettibili di affollamento	4,00	"
4	Rimesse per autovetture fino a 2,5 tonnellate	2,50	"
5	Locali suscettibili di grande affollamento	5,00	"
6	Balconi, scale e ballatoi	5,00	"
7	Archivi (secondo i casi) - Minimo	6,00	"
8	Locali per centrali idriche (secondo i casi) - Minimo	6,00	"

## Art. A4

**STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE  
MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE****A4.0. GENERALITÀ**

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza e il dimensionamento (anche sotto il profilo idraulico) di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi ed armati, delle strutture di sostegno rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc., e ciò anche nei riguardi dei manufatti esistenti in prossimità dell'opera in costruzione. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione ai sensi del Regolamento, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, tutti gli elaborati di progetto, come pure le successive modifiche, dovranno essere firmati da un Ingegnere o Architetto, o Geometra o Perito edile, con iscrizione nel relativo albo professionale, nei limiti delle rispettive competenze. Detti elaborati dovranno essere firmati anche dall'Appaltatore.

**A4.0.1. Produzione degli elaborati - Direzione tecnica**

Il progetto esecutivo delle strutture (e relativi calcoli di stabilità), se ordinato o per la parte ordinata, dovrà essere prodotto nei termini di tempo prescritti dalla Direzione e comunque non oltre ..... di tempo dalla data della consegna (5) (6). In caso di esecutivi e calcoli integrativi, disposti nel corso dei lavori, nei termini di tempo stabiliti dall'ordine di servizio con il quale detti esecutivi saranno eventualmente disposti. In difetto e senza giustificato motivo validamente riconosciuto dall'Amministrazione, l'Appaltatore sarà passibile di una penale di € ..... per ogni mese di ritardo o frazione superiore a 15 giorni.

L'esecuzione delle opere strutturali dovrà avere luogo sotto la direzione di un tecnico, tra quelli elencati al punto A4.0. e sempre nei limiti di competenza, espressamente incaricato dall'Appaltatore. Il nominativo di tale tecnico e il relativo indirizzo dovranno essere preventivamente comunicati all'Amministrazione appaltante (7).

(4) Il D.M. 14 settembre 2005 è stato sostituito dal nuovo D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. n. 30 alla G.U. 04.02.2008) che approva le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (in vigore dal 5 marzo 2008). Tuttavia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 20 del D.L. n. 248/2007 (con gli emendamenti approvati in sede di conversione nel febbraio 2008), il D.M. 14 settembre 2005 estende la sua efficacia fino al termine del 30 giugno 2009. Il differimento del termine non opera comunque per le verifiche tecniche previste al comma 4 del citato art. 20 (edifici di interesse strategico).

(5) Di norme non meno di 60 giorni.

(6) Nel periodo di tempo assegnato per l'approntamento dei calcoli e degli esecutivi strutturali la consegna sarà ritenuta parziale a norma dell'art. 130, comma 6, del Regolamento. Scaduto tale tempo, e ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore, la consegna sarà ritenuta definitiva e da tale scadenza verrà computato il tempo contrattuale. Qualora il progetto esecutivo così approntato debba essere sottoposto a superiore approvazione o autorizzazione, il periodo di consegna parziale deve ritenersi esteso alla data in cui detta approvazione o autorizzazione viene concessa, e sempre che ad eventuali ritardi non abbia concorso l'azione dell'Appaltatore.

La norma di cui alla presente nota deve ritenersi comunque inefficace qualora l'importo delle opere strutturali per le quali l'Appaltatore potrà essere chiamato a intervenire in termini di approntamento di calcoli ed esecutivi sarà inferiore al 20% dell'importo contrattuale.

(7) Alla comunicazione sarà allegata una espressa dichiarazione di accettazione da parte del tecnico incaricato, con riportati gli estremi di iscrizione all'Albo professionale di categoria.

#### A4.0.2. Responsabilità dell'Appaltatore

L'esame o verifica da parte della Direzione dei calcoli e degli esecutivi presentati non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per precisa pattuizione di contratto, restando espressamente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimarrà unico e completo responsabile delle opere eseguite. Pertanto lo stesso dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi di qualunque natura ed entità essi potessero risultare e qualunque conseguenza o danno dovessero apportare.

Qualora il progetto esecutivo con relativi calcoli fosse già stato redatto a cura dell'Amministrazione l'Appaltatore dovrà sottoporlo all'esame verifica e firma di un tecnico di propria fiducia espressamente incaricato che a tutti gli effetti assumerà la figura del progettista di cui al precedente punto A4.0. Del pari il progetto sarà controfirmato dall'Appaltatore, assumendo tale firma il significato di accettazione degli esecutivi e calcoli presi in esame nonché di assunzione delle responsabilità di cui al precedente capoverso o del presente punto.

Con riguardo agli oneri ed alle responsabilità si intende richiamato quanto specificato al punto 29.6. ed all'art. 34 del presente Capitolato.

#### A4.0.3. Denuncia dei lavori

Le opere di che trattasi, fatta eccezione per le strutture in muratura (salvo il caso previsto dall'art. 17 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64), dovranno essere denunciate dall'Appaltatore all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, prima del loro inizio, ai sensi dell'art. 4 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Nella denuncia dovranno essere indicati nominativo dell'Amministrazione appaltante e relativo Direttore dei Lavori; nominativo e recapito del progettista delle strutture, del direttore delle stesse nonché dello stesso Appaltatore. Alla denuncia dovranno essere allegati:

- a) - *Il progetto dell'opera, in duplice copia, firmato come prescritto al punto A4.0., dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente le calcolazioni eseguite, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e quanto altro occorrerà per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione.*
- b) - *Una relazione illustrativa, in duplice copia, dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.*

L'Ufficio del Genio Civile restituirà all'Appaltatore, all'atto stesso della presentazione, una copia del progetto e della relazione con l'attestazione dell'avvenuto deposito; avuti tali documenti l'Appaltatore dovrà depositarli, in originale o in copia autentica, presso l'ufficio istituito in cantiere dalla Direzione Lavori. Anche le varianti che nel corso dei lavori si dovessero introdurre nelle opere previste nel progetto originario, dovranno essere denunciate con la stessa procedura fin qui descritta.

#### A4.0.4. Casi di denuncia non dovuta

L'Appaltatore non sarà tenuto ad applicare le disposizioni di cui al precedente punto A4.0.3. nonché quelle di cui al seguente punto A4.0.6. per le opere costruite per conto dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni aventi un Ufficio Tecnico con a capo un ingegnere.

#### A4.0.5. Documenti in cantiere - Giornale dei lavori

Nel cantiere, dal giorno di inizio delle opere in cemento armato, fino a quello di ultimazione, dovranno essere conservati gli atti di cui al punto A4.0.3. nonché un apposito *Giornale dei lavori*; il Direttore delle opere (vedi punto A4.0.1.) sarà anche tenuto a visitare periodicamente, e in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, detto giornale, annotando le date delle forniture ed i tipi di cemento, la composizione dei conglomerati, il tipo e le partite di acciaio, la data dei getti e dei disarmi, le prove sui materiali, le prove di carico ed ogni altra operazione degna di nota.

#### A4.0.6. Relazione a struttura ultimata

A strutture ultimate e salvo non ricorrano i casi di cui al precedente punto A4.0.4, il Direttore delle opere, entro il termine di 60 giorni, depositerà al Genio Civile una *Relazione*, in duplice copia, sull'andamento dei compiti di cui al punto A4.0.3. esponendo:

- a) - *I certificati delle opere sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali.*
- b) - *Per le opere in precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi e ai sistemi di messa in coazione.*
- c) - *Per gli elementi strutturali prefabbricati prodotti in serie, copia dei "certificati di origine" rilasciati dal o dai produttori.*
- d) - *L'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.*

A deposito avvenuto, una copia della relazione con relativa attestazione sarà restituita al Direttore delle opere che provvederà a consegnarla al collaudatore delle strutture, unitamente agli atti di progetto. Copia di detta relazione sarà altresì depositata presso l'Ufficio di Direzione.

#### A4.0.7. Collaudo statico

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato o a struttura metallica dovranno essere sottoposte a collaudo statico. Il collaudo dovrà essere eseguito da un ingegnere o da un architetto che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere. La nomina del collaudatore spetterà all'Amministrazione, la quale preciserà altresì i termini entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Ove non ricorrano i casi previsti dal precedente punto A4.0.4., l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere il nominativo del collaudatore e a comunicarlo al Genio Civile entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori (fatto salvo il caso di collaudatore statico in corso d'opera). Per il resto si richiamano l'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed il Capitolo 8 delle "Norme Tecniche".

### A4.1. STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE - CONDOTTE

#### A4.1.1. Studio e progetto delle fondazioni

Effettuate le indagini di cui al precedente art. A2, alle condizioni previste dal precedente punto 29.4, all'Appaltatore

potrà essere richiesto di studiare e predisporre il dimensionamento esecutivo delle strutture di fondazione (o parti di esse), ferma restando la facoltà dello stesso di proporre tutti gli accorgimenti ed interventi connessi alla migliore stabilità di tali strutture e delle opere stesse ad esse correlate.

Accorgimenti ed interventi (quali modifiche ed integrazioni) che in ogni caso l'Appaltatore potrà proporre a seguito di verifiche effettuate anche di propria iniziativa, in autotutela, in connessione e in rapporto alle responsabilità assunte con il contratto e a norma del Codice civile.

Il tutto nel rispetto delle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con il D.M. 14 settembre 2005, già citato per il relativo capitolo al precedente punto A3.0.

#### **A4.1.2. Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione**

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della meccanica dei terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le indagini svolte. Dovrà pertanto essere determinato il carico limite del complesso terreno-fondazione (carico oltre il quale il diagramma cedimenti-carichi presenta un andamento quasi parallelo all'asse dei cedimenti) e porre in essere le verifiche agli stati limiti di cui ai punti 7.2.5.1 (SLU) e 7.2.5.3 (SLE) delle "Norme Tecniche".

Nel caso in cui la fondazione dovesse comportare muri di sostegno o fronti di scavo libero a carattere definitivo, dovranno essere eseguite le relative verifiche di stabilità globale.

Il calcolo dei cedimenti (assoluti o differenziali), del piano di appoggio della fondazione, conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi, dovrà essere eseguito qualora si fosse accertata la presenza di strati molto compressibili, inoltre quando fossero imposti determinati limiti ai cedimenti in dipendenza della funzione alla quale l'opera è destinata. Il calcolo dei cedimenti verrà svolto secondo i metodi e i procedimenti della Geotecnica.

#### **A4.1.3. Stabilità e resistenza delle condotte**

Il calcolo statico delle tubazioni costituenti le condotte dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni cui saranno sottoposte le pareti dei manufatti nelle condizioni più onerose di esercizio e di prova. Le sollecitazioni dovute alla pressione interna (o depressione), alle variazioni termiche, al carico dinamico dell'acqua ed al peso proprio saranno determinate con i metodi ordinari della scienza delle costruzioni. In particolare, per le condotte metalliche in pressione, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma UNI 1285 (8).

La stabilità delle condotte sotto l'azione dei carichi dovuti al rinterro e dei sovraccarichi esterni dovrà essere verificata con l'osservanza dei principi generali di calcolo dei carichi ovalizzanti (9). Per i tubi rigidi e semirigidi potrà farsi particolare riferimento alla seguente norma di unificazione (quand'anche ritirata):

**UNI 7517** - Guida alla scelta della classe dei tubi per condotte di lbro-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna.

Per i tubi in ghisa sferoidale (GS) si farà riferimento al progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51.81. "Thickness design ductile iron pipe" (10) ed all'Appendice F della norma UNI EN 545. Per i tubi flessibili alle equazioni di Marston, Spangler, Luscher e Hoeg o equazioni equivalenti (v. comunque la normativa citata nei punti che trattano della posa in opera dei diversi tipi di tubazione).

La verifica contro i pericoli di schiacciamento dovrà sempre venire effettuata, qualunque fosse il materiale costituente la condotta, per i tubi di grande diametro e/o rapporti diametro/spessore sensibilmente elevati.

### **A4.2. STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE - IMPIANTI**

#### **A4.2.1. Studio e progetto delle strutture**

Preso cognizione di tutti i fattori di sollecitazione interni ed esterni che influiscono sulle opere, analogamente a quanto effettuato per le fondazioni, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il calcolo e il dimensionamento esecutivo di tutte le strutture in elevazione (o parti di esse), alle prime strettamente correlate ed unitamente alle quali costituiranno un unico progetto strutturale da sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori e, successivamente, degli Organi preposti per legge o regolamento.

Qualora il progetto fosse già corredato di calcoli ed esecutivi di dimensionamento strutturale l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguirne la relativa verifica proponendone, se del caso, le relative varianti e sottoponendoli alla propria firma e a quella di un Ingegnere o Architetto di propria fiducia.

Dovranno comunque essere rispettate, in ordine ai tempi di emanazione, le norme tecniche di cui ai Decreti previsti all'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

#### **A4.2.2. Studio e progetto degli impianti**

Tutti gli impianti (o parti di essi) da installare nelle opere in appalto, ove non sviluppati in esecutivo e ove esplicitamente richiesto dalla Direzione dei lavori, dovranno essere adeguatamente calcolati a cura dell'Appaltatore e tradotti in esecutivi particolareggiati da sottoporre all'approvazione della stessa Direzione. I calcoli dovranno essere condotti nel rispetto della normativa vigente per i rispettivi settori, e unitamente agli esecutivi, saranno corredati da visti, nulla osta o licenze eventualmente previsti da leggi o regolamenti.

(8) UNI 1285 - Calcolo di resistenza dei tubi metallici soggetti a pressione interna.

Per le tubazioni di acciaio saldate la Direzione Lavori potrà comunque prescrivere, in alternativa, il rispetto della Circolare n. 2136 del Ministero dei LL.PP. (Istruzioni per l'impiego delle tubazioni in acciaio saldate).

(9) Vedi W. Zashke - Tabelle per il calcolo statico dei canali di fognatura (Pubblicazione Feugrés n. 4 - ottobre 1972).

(10) Il progetto tratta della determinazione dello spessore della parete dei tubi GS, indica le altezze del rinterro massimo ammissibile con le diverse serie dei tubi GS e determina la resistenza ai carichi ovalizzanti.

All'Appaltatore competerà in ogni caso il diritto alla verifica degli esecutivi da realizzare, quand'anche approntati dall'Amministrazione, e l'onere della controfirma di accettazione e della firma del proprio tecnico. Questo sulla base del generale principio di garanzia di risultato al quale detto esecutore è comunque soggetto.

L'Appaltatore dovrà predisporre nelle murature tutti i necessari fori, incavi, ecc. per il passaggio di tubi e canalizzazioni di qualsiasi genere, e ciò anche nel caso che gli impianti, in tutto o in parte, fossero scorporati. In questo caso l'Appaltatore dovrà richiedere per iscritto tempestivamente alla Direzione Lavori l'ubicazione di ogni passaggio ed alloggiamento restando obbligato, in difetto, oltre che ad effettuare in ogni caso tali lavori, a provvedere a propria cura e spese alla riparazione di tutti i danni che da tale negligenza potessero derivare.

#### A4.2.3. Garanzia degli impianti

Ferme restando per le opere le garanzie generali previste dal Codice Civile, nel caso di impianti di particolare tecnologia (impianti di automatizzazione delle reti, telecomando, ecc.) sarà richiesta una specifica garanzia per gli stessi.

### Art. A5

#### OPERE DI ACQUEDOTTO

##### A5.0. GENERALITÀ

##### A5.0.1. Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti

Le opere di acquedotto dovranno essere studiate ed eseguite con la scrupolosa osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato nonché delle norme e disposizioni al riguardo emanate (e vigenti) da parte dei Ministeri, Assessorati, Enti o Autorità in genere competenti in materia o comunque interessate. In particolare si richiamano le Circolari 22 dicembre 1964, n. 231, e 21 novembre 1970, n. 190, del Ministero della Sanità nonché la Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento (11) (12).

Si richiama altresì il D.M. 12 dicembre 1985 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) con le relative istruzioni diffuse con Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291 ed ancora: il D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 (modificato con D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 37) concernente l'*"Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano"* ed il D.M. Salute 17 luglio 2004 che adotta il *"Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"*.

In sede regionale, si richiama il D.A. 21 novembre 1992, n. 3446 (Ass.to Sanità), modificato con D.A. 11 agosto 1993, che detta *"Disposizioni per la disciplina dell'approvvigionamento ed utilizzo della acqua da destinare al consumo umano e per l'utilizzo igienico-sanitario delle acque reflue e dei fanghi di depurazione"*.

### Art. A6

#### OPERE DI FOGNATURA

##### A6.0. GENERALITÀ

##### A6.0.1. Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni ufficiali

Le opere di fognatura dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e di contratto nonché con l'osservanza delle disposizioni e prescrizioni ufficiali e vigenti all'atto dell'esecuzione e delle norme di regolamento locale. Dovranno comunque essere rispettate le *"Norme Tecniche relative alle Tubazioni"* emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative *"Istruzioni"* diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Sarà tenuto conto in particolare delle *"Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione"* di cui all'Allegato 4 della Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento, nonché del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, avente per oggetto le *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane..."* e riproposte, nell'Allegato 5, i *"Limiti di emissione degli scarichi idrici"* (con le modifiche di cui al D.Lgs. n. 258/2000).

Il tutto comunque, per quanto non modificato o diversamente disciplinato dal Titolo III, parte 3ª, del D.Lgs. 3 aprile 2006, che ha emanato le nuove *"Norme in materia ambientale"* (13) ed in ogni caso per quanto non in contrasto con la vigente legislazione regionale in materia (14).

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con le Autorità locali (per le pratiche di allacciamento, per le autorizzazioni, ecc. nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure saranno a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti e in genere gli oneri previsti ai punti 27.11. e 27.18. del presente Capitolato.

### Art. A7

#### OPERE STRADALI

##### A7.0. GENERALITÀ

##### A7.0.1. Elementi integrativi

Le opere stradali oggetto del presente capitolato dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e delle prescrizioni particolari che la Direzione Lavori potrà fornire all'atto esecutivo. Sarà dato comunque carico all'Appaltatore di definire, facendone oggetto di precisa proposta, tutti quegli elementi caratteristici che non risultassero dal progetto o che nello stesso non si trovassero sufficientemente sviluppati o evidenziati, il tutto evidentemente nel rispetto della

(11) Circolare 22 dicembre 1964, n. 231- Progetti di acquedotti e fognature. impostazione programmatica e documentazione. Circolare 21 novembre 1970, n. 190 - Erogazione di acqua potabile negli edifici. Vigilanza e prescrizioni tecniche ai fini dell'inquinamento. Delibera 4 febbraio 1977 - Criteri, metodologie e norme tecniche di cui all'art. 2, lett. b), d), e) della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

(12) Per quanto non disciplinato dal D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, modificato con D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258.

(13) Il provvedimento riordina, coordina e integra tutta la normativa in materia ambientale e provveda anche al recepimento di numerose direttive comunitarie.

(14) V. in particolare la L.R. 15 maggio 1986, n. 27 e s.m.l. e le relative circolari applicative, tra cui la Circolare 4 aprile 2002, n. 19906 che detta direttive per l'applicazione del D.Leg.vo n. 152/99.

normativa vigente ed in particolare delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanate con D. Min. Infrastrutture e Trasporti del 5 novembre 2001, n. 6792 (G.U. n. 3/2002, S.O.) come modificato e integrato con D.M.I.T. 22 aprile 2004 (G.U. n. 147/2004), delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 (G.U. n. 170/2006) e, per quanto non in contrasto con le disposizioni sopra riportate, delle norme CNR UNI 10007.

In questo caso saranno tenute presenti le prescrizioni generali e particolari di cui ai punti che seguono (15).

#### A7.0.2. Definizioni

Ai fini della presente normativa, i termini riguardanti le strade urbane ed extraurbane e gli elementi compositivi delle stesse avranno i significati di cui alla presente tabella:

TAB. A - 2 - Strade urbane ed extraurbane. Termini e definizioni

TERMINE	DEFINIZIONI
Seda stradale	Piano formato dalle carreggiate, dalle banchine, dai marciapiedi e dalle piste specializzate (superficie tra i confini stradali)
Carreggiata	Parte della strada normalmente destinata alla circolazione veicolare
Corsia	Parte della carreggiata avente larghezza sufficiente per la circolazione o la sosta di una fila di veicoli
Spartitraffico	Banchina (rialzata o meno) avente funzione di realizzare la separazione fisica delle correnti di traffico
Fasce di pertinenza	Spazi marginali alla carreggiata, compresi tra questa e il confine della proprietà privata, destinati a elementi funzionali complementari e accessori

#### A7.1. STRADE URBANE (CATEG. A, D, E, F CODICE DELLA STRADA)

##### A7.1.1. Sezione trasversale

Con riferimento alle denominazioni fondamentali dei tipi di cui al Cap. 2 del D.M. citato, le caratteristiche geometriche delle strade urbane, ove non esattamente definite in progetto, dovranno corrispondere al minimo, per la sezione trasversale, alle indicazioni di cui alla presente tabella:

TAB. A - 3 - Sezione trasversale. Caratteristiche geometriche minime

Denominazione	Tipo di carreggiate	Larghezza corsie (m) B (b)	Numero corsie C	Larghezza spartitraffico centrale (m) D	Larghezza corsia emergenza (m) E (e)	Larghezza banchina in sinistra (m) F	Larghezza marciapiedi (m) G (g)
	A						
STRADE PRIMARIE A	A senso unico più spartitraff. di separazione	3,75	≥ 4	≥ 1,80 e barriere	3,00	0,70	-
STRADE DI SCORRIMENTO D	Separate ove possibile	3,25	≥ 4	≥ 1,80 e barriere	-	0,50	≥ 1,50
STRADE DI QUARTIERE E	Unica a doppio senso	3,00	≥ 2	≥ 0,50	-	-	≥ 1,50
STRADE LOCALI F	Unica	2,75	≥ 2	-	-	-	≥ 1,50

(b) Nella dimensione delle corsie è di norma compresa la segnaletica orizzontale, esclusa quella di margine e quella di separazione dalle corsie riservate ai mezzi pubblici. Le dimensioni indicate non riguardano le corsie impagnate dai mezzi pubblici, per le quali si fissa una larghezza standard di 3,50 m.

(e) In situazioni particolari la larghezza indicata è riducibile a 1,00 m con piazzole per fermata di emergenza ogni 200 m; questa ultime dovranno peraltro sempre prevedersi per le strade di scorrimento.

(g) La larghezza dei marciapiedi deve essere considerata al netto di strisce arboree o di alberature. I passaggi pedonali di servizio, da realizzarsi con continuità nelle strade primarie, non possono avere larghezza inferiore a 1,50 m.

La sagoma trasversale della carreggiata avrà normalmente un profilo a due spioventi, con il colmo in corrispondenza della mezzera e pendenza non inferiore al 2,5%. Gli spioventi saranno raccordati in asse da un arco di cerchio.

La pendenza trasversale massima in curva sarà del 7,0% per le strade primarie, del 5% per quelle di scorrimento e del 3,5% per quelle di quartiere. In tutti i tipi di strade, nei tratti curvilinei, dovrà evitarsi il mantenimento della contropendenza verso l'esterno. Si richiama il punto 5.2.4. delle "Norme".

##### A7.1.2. Asse stradale

Nell'ipotesi di cui al precedente punto A7.1.1. l'asse stradale, corrispondentemente alla velocità minima di progetto del tracciato viario, cui deve farsi riferimento, dovrà avere parametri di tracciamento come indicato nella seguente tabella:

TAB. A - 4 - Asse stradale. Parametri di tracciamento in relazione alla velocità minima di progetto

Denominazione	Velocità minima di progetto (km/h)	Raggio pianimetrico minimo (m)	Raggio altimetrico minimo indicativo		Pendenza longitudinale massima (**) %
			convesso (*) (m)	concavo (m)	
Strada primarie	80	252	3.500	2.500	6
Strade di scorrimento	50	77	2.000	1.200	6(4)
Strade di quartiere	40	51	1.000	600	8(5)
Strade locali	25	19	300	200	10

(\*) I raggi verticali minimi dei raccordi convessi per le strade di scorrimento e di quartiere possono essere ridotti rispettivamente a 1.400 e 700 m qualora la differenza algebrica della pendenza della livellata raccordata sia inferiore al 4%.

(\*\*) Nei casi in cui siano presenti corsie riservate o più linee di trasporto pubblico su corsie ad uso promiscuo, è opportuno adottare, per la pendenza massima, i valori ridotti indicati in parentesi.

(15) Per quanto riguarda le caratteristiche delle pavimentazioni stradali in rapporto al tipo di traffico, alle condizioni del sottofondo, alle condizioni climatiche ed alle caratteristiche dei materiali impiegati, v. il "Catalogo delle pavimentazioni stradali" di cui al B.U. CNR n. 178/1995.

I raccordi verticali dovranno essere eseguiti con archi di parabola quadratica dove i raggi osculatori nel relativo vertice saranno determinati con le formule di cui al punto 5.3.2. delle "Norme" di cui al D.M. citato nelle "Generalità".

## A7.2. STRADE EXTRAURBANE

### A7.2.1. Velocità - Carreggiate

- 1) - *Strade tipo A (autostrade)*: avranno due carreggiate distinte, separate da spartitraffico ( $\geq 2,60$  m), ciascuna delle quali sarà costituita da due o più corsie, ognuna larga 3,75 m (per velocità di progetto  $90 < V_p \leq 140$  km/h) (16) (17).
- 2) - *Strade tipo B (extraurbane principali)*: avranno due carreggiate distinte, separate da spartitraffico ( $\geq 2,50$  m), ciascuna delle quali sarà costituita da due o più corsie, ognuna larga 3,75 m (per velocità di progetto  $70 < V_p \leq 120$  km/h).
- 3) - *Strade tipo C (extraurbane secondarie)*: potranno essere di tipo C1 o C2 caratterizzate dalla diversa larghezza delle corsie, rispettivamente di 3,75 e 3,50 m; avranno unica carreggiata. Velocità di progetto:  $60 < V_p \leq 100$  km/h.
- 4) - *Strade tipo F (extraurbane locali)*: potranno essere di tipo F1 o F2 caratterizzate dalla diversa larghezza delle corsie, rispettivamente di 3,50 e 3,25 m; avranno unica carreggiata. Velocità di progetto:  $40 < V_p \leq 100$  km/h.

### A7.2.2. Banchine

Per le strade di tipo A, in assenza di corsia di emergenza (della larghezza di 3,00 m), la banchina dovrà avere una larghezza minima, in destra, di 2,50 m; in sinistra, di 0,70 m. Per le strade di tipo B, le larghezze minime corrispondenti saranno di 1,75 e 0,50 m.

Per le strade di tipo C, la banchina dovrà avere, in destra, una larghezza minima di 1,50 m (C1) e 1,25 m (C2). Per quelle di tipo F (F1 o F2), tale larghezza dovrà essere non inferiore a 1,00 m. In ogni caso la larghezza delle banchine dovrà essere sempre al netto della larghezza delle cunette (di qualsiasi tipo) e della larghezza delle strisce erbose di protezione.

### A7.2.3. Pendenze trasversali

Per le strade in rettilineo la pendenza trasversale dovrà essere di norma non inferiore al 2,5%. Valori inferiori a tale minimo potranno essere impiegati, con gli accorgimenti di cui al punto 5.2.4. delle norme, solo nei tratti di transizione caratterizzati da opposte pendenze trasversali.

Per ogni carreggiata saranno realizzate due falde, con pendenza verso i bordi della strada, raccordate tra loro con una curva avente raggio di 70,00 m. Per strade a carreggiate distinte ogni carreggiata potrà tuttavia avere una pendenza unica, di regola verso l'esterno.

### A7.2.4. Pendenze longitudinali

Per le strade del tipo A la pendenza longitudinale massima sarà del 5%; per quelle del tipo B, del 6%; per quelle del tipo C, del 7%; per quelle del tipo F, del 10%. I suddetti valori delle pendenze potranno essere aumentati di una unità per uno sviluppo non maggiore di 500 m (previa verifica degli effetti sulla circolazione).

### A7.2.5. Curve orizzontali

Saranno tracciate con un raggio il cui valore non dovrà essere inferiore alle misure riportate nella tabella accanto:

STRADA TIPO	A	B	C	F
Raggio minimo di curvatura (m) (sopraelevazione al 7%)	339	178	118	45

### A7.2.6. Raccordi tra rettilineo e curve

Tra i rettilineo e le curve circolari si dovranno inserire curve di transito (di norma clotoidi di equazione:  $\tau s = A^2 = RL$ ) secondo le particolari prescrizioni della Direzione Lavori. La lunghezza "L" della curva di transito potrà essere fissata in base alla relazione  $L = v^3/Rc$  dove "v" è la velocità di progetto (m/s), "R" è il raggio della curva circolare (m) e "c" è un coefficiente, detto anche contraccollo (m/s<sup>3</sup>) per il quale si prescrivono valori non superiori ai seguenti:

Velocità di progetto (km/h)	40	60	80	100	120	140
Coefficiente "c" (m/s <sup>3</sup> )	1,26	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36

Per le determinazioni più particolari si rinvia comunque al punto 5.2.5. delle "Norme" che prevede n. 3 criteri per la verifica del parametro di scala  $A = \sqrt{RL} = \sqrt{v^2/c}$  a

seconda che ci si riferisca alla limitazione del contraccollo, alla sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata o infine, al criterio ottico.

### A7.2.7. Curve verticali

a) - *Raccordi concavi*: verranno realizzati di norma con archi di parabola quadratica il cui raggio minimo del cerchio osculatore dovrà essere tale da garantire la visibilità di notte ad una distanza almeno uguale a quello "D" di visibilità dell'arresto. I valori dei raggi minimi di tali archi saranno determinati sulla base del nomogramma di cui alla Fig. 5.3.4.a della norma.

b) - *Raccordi convessi*: verranno realizzati con archi di parabola quadratica il cui raggio minimo del cerchio osculatore  $R_v$  (18), in rapporto alle distanze di visibilità (da determinare in relazione alle situazioni di cui al punto 5.1.5. delle "Norme"), dovrà essere calcolato come al punto 5.3.3. delle stesse norme, con particolare riferimento ai nomogrammi 5.3.3.a e 5.3.3.b.

(16) Per velocità di progetto deve intendersi la massima velocità che può essere mantenuta con sicurezza su un determinato tronco stradale quando le condizioni generali sono tali che la velocità è limitata solo dalle caratteristiche della strada.

(17) Con il termine "intervallo velocità di progetto" si intende il campo dei valori in base ai quali devono essere definite le caratteristiche dei vari elementi di tracciato (rettilineo, curve, ecc.). Il limite superiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti del tracciato, date le caratteristiche di sezione della strada; essa è comunque almeno pari alla velocità massima di utenza consentita dal Codice per i diversi tipi di strada (limiti di velocità). Il limite inferiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi piano-altimetrici più vincolanti per una strada di assegnata sezione.

(18) Cerchio tangente a una curva e avente come centro e raggio il centro e il raggio della curva nel punto di tangenza.



TAB. A - 5 - Raccordi verticali convessi. Raggi minimi di curvatura (valori indicativi)

Distanza di visibilità D	(m)	50	100	150	200	250	300	350	400
RAGGI in strade a carreggiate separate con $D_s \leq D_a$	(m)	700	2700	6000	10750	16800	24200	—	—
Scarto pendenza $\Delta i$	(%)	$\geq 6$	$\geq 3,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,8$	$\geq 1,4$	$\geq 1,3$	—	—
RAGGI in strade a carreggiate separate con $D_s \geq D_a$ ed in strade a carreggiata unica	(m)	—	1150	2550	4550	7100	10200	13900	18200
Scarto pendenza $\Delta i$	(%)	—	$\geq 9$	$\geq 5$	$\geq 4$	$\geq 3,5$	$\geq 3$	2,5	2

#### A7.2.8. Sopraelevazione in curva

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno, con pendenza ( $i_c$ ) che la Direzione Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva ed alla velocità, sulla base dell'abaco 5.2.4.a delle norme. Tale pendenza avrà valori non superiori al 7% né inferiori al 2,5% e sarà raggiunta con opportuni tronchi di transizione e raccordo. Dovrà essere comunque verificato che la pendenza suddetta, combinata con la pendenza longitudinale ( $i$ ), dia luogo ad una pendenza totale  $\sqrt{i^2 + i_c^2} \leq 1,1$  i max.

Oltre certi valori del raggio, in relazione alla velocità di progetto, sarà possibile adottare una sagoma con pendenza trasversale a tetto pari al valore minimo del 2,5%. Tali raggi sono dati dalla presente tabella:

STRADA TIPO	A	B	C F extraurbane	D	E
R' [m]	10250	7500	5250	2000	1150

#### A7.2.9. Pendenza dei cigli

Qualunque fosse il metodo scelto per il passaggio graduale tra la sagoma in rettilineo e la sagoma finale relativa alla curva circolare (curva di transizione), la pendenza dei cigli delle carreggiate, nei confronti di una linea di riferimento supposta orizzontale, non dovrà superare un valore massimo compreso fra l'1% ed il 2%, per velocità variabili da  $V \geq 100$  km/h a  $V \leq 40$  km/h.

#### A7.2.10. Allargamenti in curva

Verranno adottati per tutte le curve con raggio inferiore o uguale a 225 m e verranno calcolati con la formula  $E = K/R$ , dove "K" è un coefficiente che vale: 45.

Per  $R > 40$  m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata. Nel caso di strade a carreggiate separate, o ad unica carreggiata a più di una corsia per senso di marcia, si assume come raggio per il calcolo dell'allargamento quello dell'asse di ciascuna carreggiata o semicarreggiata (19).

Se l'allargamento E, così calcolato, è inferiore a 20 cm la corsia conserva la larghezza del rettilineo.

#### A7.2.11. Strisce di demarcazione

Le strisce di demarcazione tra le corsie sono comprese nelle dimensioni delle corsie stesse. La striscia di margine verso la banchina è compresa nelle dimensioni di quest'ultima ed è larga non meno di 25 cm per le strade di tipo A, B, di 15 cm per le strade tipo C e 12 cm per le altre.

#### A7.2.12. Margine centrale (o interno)

Nel caso di strade con carreggiate separate, distanziate non oltre 12 m, gli spartitraffico dovranno essere muniti di barriere di sicurezza.

La fascia pavimentata, oltre il limite interno della carreggiata, dovrà avere la medesima pendenza e larghezza da 70 a 50 cm in rapporto alla larghezza dello spartitraffico (v. tab. 3.4.a delle norme).

#### A7.2.13. Margine esterno

È costituito dalla parte di sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, eventuali marciapiedi e gli elementi di sicurezza e di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.).

### Art. A8

## OPERE D'ARTE

#### A8.0. GENERALITÀ

Tutte le opere d'arte comunque interessanti il corpo stradale dovranno essere progettate, verificate e realizzate nel rispetto delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 (20); questo per quanto attiene al calcolo e al dimensionamento delle strutture e dei manufatti, allo studio delle interrelazioni con i terreni, all'impiego dei materiali e ai procedimenti costruttivi in adempimento alle disposizioni generali emanate con Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

(19) L'allargamento complessivo della carreggiata o semicarreggiata E, sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie nel caso in cui esse siano in numero di una o al massimo due per senso di marcia; nel caso in cui il numero di corsie per senso di marcia sia maggiore di due, l'allargamento complessivo della carreggiata sarà pari alla somma di quelli calcolati per le due corsie più interne alla curva.

Nel caso di raccordo cloidico (rettilineo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo (Fig. 5.2.7.a delle norme).

(20) Il D.M. 14 settembre 2005 è stato sostituito dal nuovo D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. n. 30 alla G.U. 04.02.2008) che approva le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (in vigore dal 5 marzo 2008). Tuttavia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 20 del D.L. n. 248/2007 (con gli emendamenti approvati in sede di conversione nel febbraio 2008), il D.M. 14 settembre 2005 estende la sua efficacia fino al termine del 30 giugno 2009. Il differimento del termine non opera comunque per le verifiche tecniche previste al comma 4 del citato art. 20 (edifici di interesse strategico).

Per le zone considerate sismiche, le precedenti norme dovranno essere integrate con quanto stabilito dalle disposizioni sulle costruzioni in zone sismiche di cui all'art. 3 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

#### A8.1. OPERE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE

Per regolarizzare, raccogliere e convogliare le acque pluviali e superficiali in genere correnti sulla piattaforma stradale o che potranno raggiungere il corpo stradale o che ancora defluiscono in impluvi dallo stesso attraversati, saranno costruiti, nei punti indicati dalla planimetria o dal profilo longitudinale e dovunque si renderanno necessari all'atto esecutivo, cunette, drenaggi, fossi di guardia, tombini, ecc. conformi ai tipi riportati nei grafici o diversamente indicati, salvo sempre la facoltà della Direzione Lavori di apportare in corso d'opera, ove necessario od opportuno, modifiche oltreché alla ubicazione ed al numero delle opere stesse, anche ai detti tipi ed al relativo dimensionamento, o di prescrivere l'adeguamento alle norme CNR-UNI 10007.

##### A8.1.1. Cunette di piattaforma

Saranno di norma poste in trincea, ai bordi della piattaforma in corrispondenza del piede della scarpata, e potranno essere rivestite o meno (in muratura, conglomerato cementizio) secondo le indicazioni di progetto. In nessun caso però dovranno essere realizzate a scapito della larghezza necessaria per le banchine.

##### A8.1.2. Drenaggio del cassonetto

Nel caso di terreni particolarmente suscettibili all'acqua, specie se in presenza di pendenze modeste e con pavimentazioni parzialmente permeabili, sarà opportuno disporre attraverso la banchina, in obliquo al di sotto di questa, piccoli drenaggi capaci di evitare nel cassonetto ristagni d'acqua provenienti da infiltrazioni superficiali.

Ove occorresse un vero e proprio risanamento del terreno di impianto del cassonetto, si ricorrerà ad un più esteso sistema di drenaggi così come in particolare riportato al punto 4 delle norme CNR-UNI precedentemente citate.

##### A8.1.3. Fossi di guardia

Se non particolarmente previsti in progetto potranno comunque essere richiesti per la protezione del corpo stradale dalle acque di ruscellamento tanto immediatamente a monte del rilevato (per la protezione del piede) quanto della trincea (per la protezione del ciglio). Di norma i fossi di guardia avranno sezione trapezia, con larghezza minima del fondo di 40 cm e profondità di pari misura; la scarpa delle pareti sarà di 1:1 salvo migliore adattamento alla consistenza del terreno.

La distanza fra il ciglio dei fossi di guardia e l'unghia dei rilevati o il ciglio delle scarpate in trincea dovrà essere non minore di 1,00 m. Per il resto valgono le prescrizioni di cui al precedente punto A8.1.1. Quando per la natura dei terreni si abbiano a temere infiltrazioni che possano compromettere la stabilità delle scarpate in trincea o, eccezionalmente, dal terreno di appoggio dei rilevati, e comunque se prescritto, i fossi di guardia dovranno essere rivestiti.

##### A8.1.4. Scivoli e pozzetti

Qualora il corpo stradale in trincea (con sezione a tutto sterro o a mezza costa) dovesse incontrare o interrompere uno scolo d'acqua che non fosse possibile deviare, ovvero un impluvio di una certa importanza, sarà necessario convogliare le acque in apposita opera, denominata *scivolo*, anche al fine di preservare la scarpata. Lo scivolo sarà scavato lungo il massimo pendio della scarpata a monte e, salvo casi eccezionali di roccia particolarmente salda, dovrà essere rivestito in muratura di pietrame duro o in conglomerato cementizio.

Gli scivoli avranno sezione rettangolare o anche trapezia o semicircolare. Le dimensioni dovranno essere commisurate alla portata, ma di norma il fondo avrà larghezza di  $0,60 \div 0,80$  m.

Gli scivoli scaricheranno in cunetta solo eccezionalmente; in tal caso il piede dovrà essere sensibilmente arretrato e la cunetta sistemata in modo da evitare che le acque convogliate debordino in banchina. Di norma comunque in prosecuzione degli scivoli saranno disposte opere di attraversamento del corpo stradale il cui imbocco dovrà essere sistemato a pozzetto.

I pozzetti avranno dimensioni interne non inferiori a  $0,90 \times 1,20$  m, pareti rivestite in muratura o conglomerato cementizio (spessore non inferiore a 30 cm) e fondo a quota non inferiore a quello dell'opera di attraversamento ed opportunamente conformato onde facilitare l'azione meccanica di espurgo.

##### A8.1.5. Tombini

Così denominate le opere di attraversamento del corpo stradale (generalmente in rilevato) di luce non maggiore di 1,50 m (21), potranno essere di tipo *tubolare* (cori sagoma circolare od ovoidale), *ad arco* (a pieno centro o ribassato) o *piattabanda e sciolari* (a sezione quadrata o rettangolare). Per qualunque tipo comunque l'area della sezione libera e la pendenza (non minore dell'1,0%) dovranno essere verificate con criteri idraulici.

I tombini dovranno sempre essere verificabili per manutenzione ed ispezione e pertanto la minima dimensione interna non dovrà essere minore di 0,80 m (eccezionalmente 0,60 m). L'interdistanza non dovrà superare di norma la misura di 200 m.

Per i tombini non realizzati sottargine, ma a piano strada, dovrà essere interposto fra il loro estradosso e la sovrastruttura stradale uno strato di materiale arido di riporto, costipato, di spessore almeno pari a quello della sovrastruttura; questo allo scopo di evitare alla stessa eventuali deformazioni.

In terreni cedibili si dovranno evitare, allo sbocco, salti d'acqua; qualora poi la configurazione del terreno lo richiedesse, occorrerà proteggere, con rivestimento, il tratto di scarico immediatamente a valle dell'opera d'arte.

##### A8.1.6. Opere minori di attraversamento

Per le prescrizioni generali relative a tali tipi di opere (*ponticelli*), per il relativo dimensionamento e per i particolari esecutivi e di dettaglio si rimanda, ove non diversamente disposto, alle indicazioni e prescrizioni di cui al punto 3 delle norme CNR-UNI 10007.

(21) Altre piccole opere d'arte di attraversamento, di luce maggiore di 1,50 m e minore di 6,00 m, sono definite *ponticelli* ed hanno principalmente lo scopo di fare defluire le acque di modesti corsi d'acqua o comunque le acque di precipitazione raccolte da fondi di impluvio preesistenti alla costruzione del corpo stradale.

#### A8.1.7. Opere di difesa dalle acque sotterranee e di percolamento

La protezione del corpo stradale e delle sue pertinenze dalle acque sotterranee (di falda, di percolamento o risalenti per capillarità) sarà realizzata secondo le indicazioni di progetto tenendo in particolar modo presenti le prescrizioni generali di cui al punto 4. delle norme CNR-UNI 10007. Tale protezione dovrà comunque essere particolarmente curata: ove pertanto il progetto fornisce solo delle indicazioni di massima o non fornisce alcuna indicazione, l'Appaltatore sarà in ogni caso tenuto a prendere in considerazione il problema, prospettando alla Direzione le opportune soluzioni. In difetto, sarà ritenuto responsabile dei danni che la mancanza di idonee opere di difesa potrà arrecare al corpo stradale.

#### A8.2. OPERE DI SOSTEGNO E DI PRESIDIO

Nei tratti di strada sviluppati a mezza costa, in terreni a forte pendio trasversale, le terre saranno sostenute con muri (di sottoscampa o di sostegno), secondo le indicazioni di progetto o le disposizioni della Direzione Lavori. Analogamente saranno costruiti dei muri (di controripa) a sostegno delle scarpe dei tagli, ove questi dovessero essere praticati in terreni soggetti a scoscerimenti o comunque se previsto o ordinato.

Salvo le modifiche imposte dalla Direzione Lavori o derivanti da calcoli esecutivi più approssimati in rapporto alle caratteristiche dei terreni (calcoli che comunque l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire o a verificare), i muri avranno le forme e le dimensioni risultanti dai tipi riportati nei disegni allegati al contratto e saranno convenientemente drenati.

Saranno tenute presenti, in ogni caso, le raccomandazioni di cui punto 5 delle norme CNR-UNI più volte citate.

#### A8.3. GALLERIE BREVI

Saranno di norma inserite in tratti stradali in rettilineo o, se in curva, saranno ad ampio raggio e possibilmente precedute e seguite da tratti in rettilineo. Avranno inoltre pendenza inferiore ai limiti assunti per il progetto e, possibilmente, unica livelletta; in ogni caso, ove dovesse aversi una cuspidi di livellette (raccordo convesso), queste dovranno essere raccordate con ampissimo raggio verticale di modo che all'altezza di 1,00 m dal piano strada possa percepirsi un ostacolo alto 20 cm posto a 200 m di distanza.

La forma della sezione dovrà essere in relazione alla natura del terreno. Di norma si avrà il piedritto inclinato all'esterno del 10% ed imposta della calotta ad arco di cerchio ad altezza tale da contenere la sagoma limite di un autoveicolo con verticale esterna posta, al minimo, a 50 cm dal piede del piedritto. Nei terreni spingenti, specie nelle gallerie parietali, si potrà adottare una sagoma policentrica eventualmente con arco rovescio.

La larghezza della piattaforma stradale, in galleria, sarà rapportata alla categoria della strada conformemente alle sagome tipo rappresentate nelle figure di cui al punto 4.1.2. delle norme approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti del 5 novembre 2001.

La distanza tra due gallerie parallele sarà in relazione al terreno; nel caso di roccia non disgregabile, con strati a normale giacitura, la distanza fra l'esterno dei rivestimenti all'imposta in calotta sarà non inferiore a 5,00 m; nel caso di terreni spingenti o di falda almeno 10,00 m, salvo migliori accertamenti derivanti dal preliminare studio geologico.

Si richiama la Circ. Min. LL.PP. 6 dicembre 1999, n. 7938, circa la sicurezza della circolazione.

#### A8.4. PONTI (22)

##### A8.4.0. Generalità

Tutte le opere classificabili come ponti dovranno essere progettate ed eseguite nel rispetto del paragrafo 6.2 delle "Norme tecniche per le costruzioni" richiamate nelle "Generalità". Nelle zone classificate sismiche dovrà essere fatto riferimento alle "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti" disposte con Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, e s.m.i.

Nel caso di ponti su strada ordinaria l'altezza libera non dovrà essere minore di 5,00 m in alcun punto, tenuto conto delle pendenze della strada sottostante. Ove eccezionalmente dovesse derogarsi da detta altezza, dovranno adottarsi opportuni dispositivi segnaletici di sicurezza, disposti a conveniente distanza dall'opera.

Quando i ponti dovessero interessare un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto esecutivo dovrà essere corredato da una relazione specifica concernente i problemi idrologici, idrografici e idraulici attinenti alla progettazione, alla costruzione e all'esercizio degli stessi.

L'Appaltatore dovrà tener conto degli eventuali elementi acquisiti in corso d'opera e dei dati idrometrici forniti dal competente ufficio idrografico del Genio Civile. Le verifiche dovranno risultare da appositi calcoli e grafici da sottoporre all'esame dello stesso Genio Civile per la prescritta approvazione.

##### A8.4.1. Azioni

Le azioni da considerare nella progettazione dei ponti stradali sono quelle particolarmente considerate al punto 6.2.3 delle "Norme Tecniche" precedentemente richiamate.

Sulla base dei carichi mobili ammessi al transito, i ponti stradali saranno suddivisi nelle tre seguenti categorie:

- **I categoria:** ponti progettati per il transito di tutti i carichi mobili indicati al punto 6.2.3.3 della norma;
- **II categoria:** ponti progettati come sopra ma con valori ridotti dei carichi;
- **III categoria:** ponti progettati per il transito di folla compatta (Passarelle pedonali).

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

A costruzione ultimata sui manufatti dovrà essere applicato un contrassegno permanente, chiaramente visibile, indicante la categoria e l'anno di costruzione. L'accesso ai ponti di III categoria dovrà materialmente essere impedito per ogni veicolo.

(22) Con il termine generico di "ponti" si intendono anche tutte quelle opere che, in relazione alle loro diverse destinazioni, vengono normalmente indicate con nomi particolari, quali: viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.

#### A8.4.2. Strutture portanti

Gli spessori minimi degli elementi dell'impalcato dovranno essere fissati in base alle prescrizioni delle norme vigenti per i singoli tipi strutturali, tenendo conto dell'influenza dei fattori ambientali sulla durabilità delle opere. Nelle strutture che saranno realizzate interamente o in parte con elementi prefabbricati si dovrà provvedere affinché sia assicurata la compatibilità geometrica delle parti assemblate, tenendo conto delle tolleranze, al fine di evitare sovratensioni o danneggiamenti dovuti a difetti esecutivi o di montaggio.

Nelle pile con sezione scatolate la verifica alla instabilità dovrà essere diretta sia alla pila nel suo insieme che al singolo elemento di parete. Le pile, inoltre dovranno essere verificate, in sommità, anche agli effetti delle sezioni concentrate derivanti dagli apparecchi di appoggio. Ancora dovrà controllarsi che gli spostamenti massimi siano compatibili con quelli consentiti con gli apparecchi di appoggio.

#### A8.4.3. Vincoli

I vincoli e gli apparecchi di appoggio dovranno essere tali da consentire tutti gli spostamenti previsti dal progetto, con adeguati margini di sicurezza; dovranno essere tali inoltre da consentire una agevole revisione ed una eventuale sostituzione.

Per i ponti in zona sismica, i vincoli dovranno essere progettati in modo che risultino idonei sia a trasmettere le sollecitazioni prodotte dal sisma, sia ad evitare sconnessioni degli elementi componenti il vincolo e la fuoriuscita dei vincoli dalle loro sedi, tenendo conto degli eventuali urti conseguenti al comportamento dinamico.

#### A8.4.4. Opere accessorie

In corrispondenza delle interruzioni strutturali dovranno prevedersi dispositivi (giunti) atti ad assicurare la continuità del piano viabile, limitando il più possibile le sollecitazioni alla struttura; di regola essi dovranno inoltre impedire il percolamento delle acque meteoriche o di lavaggio.

Mediante opportuna impermeabilizzazione dovrà essere evitato che infiltrazioni di acqua possano recare danno ai materiali costituenti le strutture portanti; in ogni caso lo smaltimento delle acque meteoriche e di lavaggio dovrà essere effettuato in modo da non arrecare pregiudizio all'opera stessa, alla sicurezza del traffico nonché ad eventuali opere ed esercizi sottostanti.

#### A8.4.5. Collaudo statico

I ponti non potranno essere posti in esercizio prima che sia stato effettuato il collaudo statico, comprendente le prove di carico che dovranno essere compiute secondo le prescrizioni, in quanto applicabili, delle norme tecniche emesse in applicazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Per il collaudo statico, l'impalcato dei ponti dovrà essere soggetto al massimo carico di progetto, comprensivo dell'effetto dinamico, e disposto nelle condizioni più sfavorevoli al fine di produrre il massimo cimento statico previsto in progetto. Dovrà essere controllato che le deformazioni sotto i carichi di prova, in termini di abbassamenti, rotazioni, ecc. siano comparabili con quelle previste in progetto e le eventuali deformazioni residue non risultino superiori del 10% di quelle massime.

Per i ponti a campata multipla, ogni campata dovrà essere sottoposta ai carichi massimi di progetto e, per ogni campata ogni 5, si procederà alla collaudazione statica come sopra. Per le opere di significativa rilevanza le prove statiche saranno completate da prove dinamiche che misurino la rispondenza del ponte all'eccitante dinamica, controllando che il periodo fondamentale sperimentale sia confrontabile con quello previsto in progetto. Si richiama il Capitolo 8 delle "Norme tecniche".

### Art. A9

#### SOVRASTRUTTURA STRADALE

Sarà quella prevista in progetto e definita dal calcolo di dimensionamento degli strati, calcoli che l'Appaltatore, a norma di quanto in generale prescritto al precedente art. A4.0, sarà tenuto a verificare. Essa poggierà sullo strato di sottofondo opportunamente regolarizzato e sottoposto a controllo di portanza.

In linea di massima la sovrastruttura stradale sarà costituita di:

- uno strato di fondazione (o primo strato di fondazione)
- uno strato di base (o secondo strato di fondazione)
- uno strato di pavimentazione o marito (strato di collegamento + strato di usura)

Nelle *sovrastrutture flessibili* lo strato di fondazione potrà essere costituito in misto granulometrico, in materiale tout-venant, ovvero in ossatura a scapoli di pietrame (23). Lo strato di base potrà essere realizzato in macadam ordinario, in misto granulometrico, in materiali tout-venant ovvero in misto bitumato.

Nelle *sovrastrutture rigide* lo strato di fondazione sarà in linea preferenziale realizzato con misto granulare o tout-venant. Lo strato di base sarà costituito di misto cementato, o conglomerato cementizio in lastre.

A giudizio della Direzione Lavori vi potranno essere variazioni sia negli spessori degli strati (in rapporto alla verifica di portanza del sottofondo) sia nel tipo degli strati, cioè nei materiali previsti per la loro costituzione (in relazione alla più conveniente utilizzazione dei materiali locali). Dovrà comunque essere assicurato un efficace smaltimento delle acque meteoriche.

(23) - Nei casi in cui il sottofondo è di natura argillosa e capace di refluire nei vuoti dello strato di fondazione, al di sopra del sottofondo potrà essere realizzato uno strato di protezione atto a bloccare il refluentamento.

**IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE****A10.0. GENERALITÀ****A10.0.1. Osservanza delle disposizioni e norme ufficiali – Norme CEI**

Nella progettazione (se richiesta o dovuta) e nella realizzazione degli impianti elettrici, l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le disposizioni emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione, quali leggi, decreti, regolamenti, circolari, ecc. In particolare dovranno essere osservate le disposizioni di cui al D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (Titolo VII), alla Legge 1 marzo 1968, n. 186, alla Legge n. 46/90 e relativo Regolamento di esecuzione (ove applicabile), nonché le norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e dal Comitato Elettronico Italiano (C.E.I.) e le Tabelle pubblicate dall'Ente di Unificazione Dimensionale Elettrica (UNEL). Saranno altresì ritenute valide le norme armonizzate del CENELEC, le norme recepite dal CEI in sede europea sotto la sigla di CEI-EN e le norme UNI e UNI-CEI. Dovranno ancora essere rispettate tutte le prescrizioni dettate dai competenti Comandi dei VV.FF., dall'I.S.P.E.S.L. e dagli Enti distributori (Enel o altri Enti, Società o Aziende), per le rispettive competenze.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con detti Enti o Autorità (per l'espletamento di qualsiasi pratica, per la richiesta di autorizzazioni, ecc., nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure sarà a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti.

Di conseguenza nessuna variazione potrà essere apportata al prezzo dell'appalto qualora, in difetto, l'Appaltatore fosse obbligato ad eseguire modifiche o maggiori lavori. Tale precisazione valendo comunque per le opere e gli impianti valutati a corpo, restando obbligato lo stesso ad eseguire lavori, se prescritti, anche non espressamente previsti in contratto o diversamente previsti. Ferma restando, per l'Appaltatore, la responsabilità per l'eventuale danno ascrivibile a difetto di informazione (24).

**A10.0.2. Materiali e apparecchi**

I materiali e gli apparecchi da impiegare negli impianti in argomento dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Dovranno inoltre essere rispondenti alle relative norme CEI, CEI EN, CENELEC e tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste, per detti materiali e apparecchi, e relative prestazioni, risultassero pubblicate e vigenti.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle dovrà essere attestata, per i materiali e per gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (I.M.Q.) o del CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) o ancora dell'IEENG (Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris).

La presenza della marcatura "CE", in rapporto al tipo di prodotto, rappresenterà inoltre l'osservanza delle disposizioni del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (che attua la direttiva 89/106/CEE), del D.Lgs. n. 615/96 (che recepisce la direttiva EMC riguardante la compatibilità elettromagnetica) e del D.Lgs. n. 626/96 (che attua la direttiva 93/68/CEE in materia riguardante il materiale destinato agli impianti in bassa tensione).

**A10.0.3. Campionatura**

Unitamente alla presentazione del progetto l'Appaltatore sarà tenuto a produrre e a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura completa dei materiali e degli apparecchi componenti l'impianto e da installare, compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della Direzione Lavori e per i controlli che dalla stessa saranno ritenuti opportuni.

Resta stabilito comunque che l'accettazione dei campioni non pregiudica in alcun modo i diritti che l'Amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo, restando obbligato in ogni caso l'Appaltatore a sostituire, anche integralmente, tutti i materiali e le apparecchiature che, ancorché in opera, risultassero difettosi o comunque non idonei o non corrispondenti ai campioni.

**A10.0.4. Verifica provvisoria e consegna degli impianti**

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte dell'Amministrazione appaltante, questa avrà la facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo non avesse ancora avuto luogo. In tal caso però la presa in consegna degli impianti dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, effettuata con esito favorevole, che verrà opportunamente verbalizzata.

L'Amministrazione appaltante, e per essa la Direzione Lavori, potrà in ogni caso procedere a verifiche provvisorie, prima e dopo l'ultimazione dei lavori, e ciò ancor quando non fosse richiesta la consegna anticipata. La verifica o le verifiche provvisorie accerteranno la corrispondenza dei materiali e degli apparecchi impiegati ai campioni regolarmente accettati e depositati, le condizioni di posa e di funzionamento, il rispetto delle vigenti norme di legge per la prevenzione infortuni ed in particolare:

- la scelta dei conduttori con riferimento alla portata ed alla caduta di tensione;
- la scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- lo stato di isolamento dei circuiti;
- il grado di isolamento e la sezione dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- l'efficienza delle prese di terra.

(24) Per le opere a misura la notazione vale per i rifacimenti e comunque per quegli interventi che una tempestiva informazione avrebbe reso non necessari.

#### A10.0.5. Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato, alle specifiche del presente Capitolato ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione Lavori. Nel collaudo definitivo dovranno ripetersi gli accertamenti di cui al precedente punto A10.0.4. ed inoltre dovrà procedersi alle seguenti verifiche:

- verifica della sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione e di quelli equipotenziali;
- misura della resistenza di isolamento dell'impianto (25);
- verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto;
- prove di funzionamento e verifica delle cadute di tensione.

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti il collaudatore dovrà previamente verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle di previsione ed in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le dette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate, per un periodo comunque non superiore a 15 giorni.

#### A10.0.6. Garanzia degli impianti

L'Appaltatore avrà l'obbligo di garantire gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia ancora per il regolare funzionamento, fino a quando il Certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo.

Pertanto, fino alla scadenza di tale periodo, l'Appaltatore dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che dovessero verificarsi negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, esclusa solamente la riparazione dei danni attribuibili all'ordinario esercizio.

Come garanzia specifica viene stabilito che la polizza fidejussoria rilasciata a copertura della rata di saldo anticipatamente svincolata sarà incrementata, in valore, del 5% del prezzo attribuito agli impianti.

### Art. A11

#### IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE – REQUISITI ELETTRICI

##### AI1.0. GENERALITÀ E DEFINIZIONI

##### A11.0.1. Generalità

Gli impianti elettrici riguardanti la pubblica illuminazione dovranno essere realizzati con la generale osservanza di tutte le norme CEI e/o CEI EN ad essi relativi ed applicabili e, in particolare, con il rispetto delle seguenti norme:

CEI 64-8/Sez. 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno.

Inoltre, qualora il progetto preveda la posa in opera di linee elettriche esterne o di linee in cavo, o entrambi, con il rispetto delle seguenti ulteriori norme:

CEI 11-4 - Esecuzione delle linee aeree esterne.

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo (con Variante VI).

##### A11.0.2. Definizioni

Ai fini di quanto successivamente riportato in termini di prescrizioni si adottano, in conformità alle CEI sopra richiamate, le seguenti definizioni (26):

- *Impianto in derivazione*: Impianto in cui i centri luminosi sono derivati dalla linea di alimentazione e risultano in parallelo tra loro
- *Impianto di Gruppo A*: Impianto alimentato a bassissima tensione di sicurezza e rispondente alle prescrizioni di cui al punto 411.1 della Norma CEI 64-8.
- *Impianto di Gruppo B*: Impianto in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua, esclusi gli impianti di Gruppo A.
- *Impianto di Gruppo D*: Impianto in derivazione con tensione nominale da oltre 1000 V fino a 6000 V, a corrente alternata.

La classificazione degli impianti sarà effettuata con riferimento alla tensione nominale del sistema elettrico di alimentazione.

##### A11.0.3. Circuito di alimentazione

È il complesso delle condutture elettriche destinate all'alimentazione dei centri luminosi, a partire dai centri di uscita di un singolo dispositivo di manovra e protezione per gli impianti di derivazione, dai morsetti di uscita dell'apparecchiatura di regolazione per gli impianti in serie, fino ai morsetti di ingresso dei centri luminosi.

(25) La misura della resistenza d'isolamento dovrà essere eseguita mediante un ohmmetro la cui tensione continua sia di 250 V in caso di misura su parti di impianto di categoria ZERO e di circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di prima categoria. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori che non fossero a collegamento fisso dovranno essere disinseriti. La resistenza di isolamento, misurata in MOhm, dovrà risultare non inferiore a 0,25 per i circuiti SELV e PELV e non inferiore a 0,5 per i circuiti fino a 500 V compresi.

(26) Le definizioni sono riprese dalla norma CEI 64-7, oggi sostituita dalla Sez. 714 sopra richiamata. Tali definizioni vengono comunque mantenute nel presente Capitolato per comodità di riferimenti.

## A11.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE

### A11.1.1. Resistenza di isolamento verso terra

Con apparecchi di illuminazione disinseriti, ogni circuito di illuminazione alimentato a tensione fino a 1000 V all'atto della verifica iniziale, dovrà presentare una resistenza di isolamento non inferiore ai valori presenti nella Tab. 61A della norma CEI 64-8. Con apparecchi di illuminazione inseriti; ogni circuito relativo, all'atto della verifica iniziale, dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

- 0,25 M $\Omega$  per gli impianti di categoria 0
- 2 (L + N) M $\Omega$  per gli impianti di categoria I (27)

#### Fattore di potenza

Salvo diversa prescrizione, il fattore di potenza dell'impianto, non tenendo conto del transito di accensione, non dovrà essere inferiore a 0,9.

### A11.1.2. Sezionamento e interruzione

All'inizio di ogni impianto di Gruppo A e B (ex CEI 64-7) dovrà essere installato un interruttore onnipolare avente anche le caratteristiche di sezionatore (si applicano le prescrizioni di cui al Cap. 46 ed alla Sez. 537 della norma CEI 64-8).

In ogni impianto di Gruppo D (ex CEI 64-7) dovrà essere installato un sezionatore onnipolare generale ed un sistema o dispositivo che consenta l'interruzione simultanea di tutti i carichi; inoltre ogni circuito di alimentazione dovrà essere dotato di un sezionatore onnipolare.

### A11.1.3. Protezione dei trasformatori di sicurezza e d'isolamento

I trasformatori di sicurezza ed i trasformatori d'isolamento dovranno risultare protetti contro il cortocircuito.

### A11.1.4. Protezione contro i contatti indiretti

Tutte le masse degli impianti dei Gruppi B e D dovranno essere protette contro i contatti indiretti; non è necessario comunque collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.) che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto. Non è inoltre richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione, purché:

- tali parti risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.)
- le stesse parti vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di sospensione.

Nel caso di impianti di pubblica illuminazione installati su sostegni di linee elettriche aeree adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti si applicano solo ai predetti impianti (28).

### A11.1.5. Protezione contro i contatti diretti

Tutti gli impianti, compresi quelli del Gruppo A, dovranno essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (29). Inoltre, per gli impianti del gruppo D i cavi a disponibilità manuale dovranno essere provvisti di un rivestimento continuo metallico messo a terra (30); analoga protezione, in condizioni simili, dovrà essere prevista per le apparecchiature.

#### Protezione contro i fulmini

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria. Nel caso di sostegni di notevole altezza (torri-faro) si farà riferimento alle norme della serie CEI EN 62305.

### A11.1.6. Caduta di tensione nel circuito di alimentazione

Salvo diversa specifica, la caduta di tensione nel circuito di alimentazione degli impianti in derivazione indipendenti, non tenendo conto del transito di accensione delle lampade, in condizioni regolari di esercizio non dovrà superare il 5%.

### A11.1.7. Distribuzione dei carichi nei circuiti di alimentazione trifasi

Nei circuiti di alimentazione trifasi, i centri luminosi dovranno essere derivati ciclicamente dalle varie fasi, in modo da ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete.

### A11.1.8. Protezione contro le correnti di cortocircuito

In questo tipo di impianti, compresi quelli di gruppo D, la protezione contro le correnti di cortocircuito sarà effettuata secondo i criteri della Sez. 434 della norma CEI 64-8. Tale protezione tuttavia non è richiesta per la derivazione che alimenta anche più centri luminosi installati sullo stesso sostegno quanto tale derivazione sia realizzata in modo da:

- ridurre al minimo il pericolo di cortocircuito con adeguati provvedimenti contro le influenze esterne;
- non causare, anche in caso di guasto, pericoli per le persone o danni all'ambiente.

### A11.1.9. Protezione contro i sovraccarichi

Gli impianti in derivazione si considerano non soggetti a sovraccarichi.

(27) Per simbologia:

$U_0$  = tensione nominale verso terra in kV (si assume il valore "1" per tensione nominale inferiore a 1 kV).

L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in km (si assume il valore "1" per lunghezze inferiori a 1 km).

N = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

(28) Per la linea elettrica aerea valgono le prescrizioni di cui alla norma CEI 11-4.

(29) Gli elementi di protezione smontabili, installati a meno di 3 m dal suolo, dovranno potersi rimuovere solo con l'ausilio di attrezzi o di chiavi.

(30) Occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche del rivestimento metallico, la sua messa a terra sia tale da escludere il danneggiamento del rivestimento stesso per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

### A11.1.10. Protezione contro i contatti indiretti in impianti di Gruppo B (31)

La protezione dovrà essere effettuata secondo uno dei seguenti sistemi:

- a) - Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente, secondo l'art. 413.2 della norma CEI 64-8.
- b) - Protezione per separazione elettrica, osservando quanto indicato nella Sez. 413.5 della norma CEI 64-8.
- c) - Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TT, osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.4 della norma 64-8. Nei sistemi TT si dovranno utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale che soddisfino la seguente condizione:  $R_t \times I_{dn} \leq 50$  dove:  $R_t$  è la resistenza del dispersore in ohm;  $I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale in ampere. I dispositivi differenziali dovranno avere, ai fini di consentire la selettività, un tempo di interruzione non superiore a 1 s (32).
- d) - Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TN (con propria cabina di alimentazione), osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.3 della norma CEI 64-8.

### A11.1.11. Protezione contro i contatti indiretti per gli impianti di Gruppo D

In questi tipi di impianti le masse da proteggere dovranno essere collegate ad un impianto di terra mediante apposito conduttore di protezione. Tale impianto dovrà essere dimensionato in modo che, con il più elevato valore della corrente di guasto a terra, non si verifichino nell'area da proteggere, tensioni di contatto o tensioni di passo superiori ai valori riportati nella tabella a fianco.

Tempo di eliminazione dei guasti (s)	Tensione (V)
≥ 2	50
1	70
0,8	80
0,7	85
0,6	125
≥ 0,5	160

La verifica delle tensioni di contatto e di passo non è necessaria quando la tensione totale di terra dell'impianto non supera di oltre il 20% i valori prescritti per le tensioni di contatto di passo.

## A11.2. MATERIALI E APPARECCHI

### A11.2.0. Generalità

Per la scelta dei componenti, del grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi e liquidi e per il livello di isolamento verso terra si rimanda a quanto particolarmente prescritto sugli argomenti nel capitolo che tratta delle norme di accettazione dei materiali. In particolare i componenti elettrici degli impianti di Gruppo B dovranno essere scelti secondo quanto indicato all'art. 133 della norma CEI 64-8.

Le parti accessibili da terzi (altezza < 2,50 m) degli apparecchi e degli involucri contenenti componenti elettrici, dovranno avere protezione almeno pari a IP 43; per i componenti interrati e gli apparecchi da incassare nel terreno il grado minimo sarà IP 67.

Il vano ausiliari elettrici degli apparecchi e le parti non accessibili da terzi degli involucri contenenti componenti elettrici, se posti in posizione non accessibile ( $h \geq 2,50$  m), dovranno avere gradi di protezione almeno pari a: IP 33, per impianti su strade veicolari; IP 43; IP 65, per impianti in galleria; IP 55, per impianti sportivi (IP 44 se con vano ausiliari separato).

Il vano ottico degli apparecchi di illuminazione dovrà avere grado di protezione almeno pari a: IP 44, per impianti su strade veicolari; IP 44, per impianti di arredo urbano (IP 43 per apparecchi tipo "lanterna"); IP 65, per impianti in galleria; IP 55 per impianti sportivi.

### A11.2.1. Dispersori di terra

I dispersori dovranno essere per materiale, dimensioni minime e collocazione, rispondenti alle prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8 per gli impianti del Gruppo B ed alla norma CEI 11-1 per gli impianti del Gruppo D.

## A11.3. CONDUTTURE

### A11.3.0. Sezione minime dei cavi

I conduttori di fase e di neutro dei cavi non dovranno avere sezione inferiore a quanto indicato alla sez. 524 della norma CEI 64-8.

### A11.3.1. Portata di corrente

La portata di corrente, non tenendo conto dei transitori di accensione, in condizioni regolari di esercizio, dovrà essere tale da non superare le portate stabilite nelle vigenti tabelle CEI-UNEL in relazione alla sezione, al tipo di cavo e alle condizioni di posa.

### A11.3.2. Sezione minime dei conduttori di terra e di protezione

Negli impianti del Gruppo B la sezione dei conduttori di terra e di protezione non dovrà essere inferiore a quella rispettivamente indicata nelle Sezz. 542.3 e 543.1 della norma CEI 64-8.

Negli impianti del Gruppo D la sezione minima dei conduttori di terra non dovrà essere inferiore a quella indicata nella norma CEI 11-1.

(31) Per le condutture elettriche in cavo, sono considerati idonei solo i cavi con guaina non metallica avente tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico.

(32) L'utilizzo di interruttori differenziali potrà dar luogo a interventi intempestivi per sovratensioni di origine atmosferica con conseguente interruzione del servizio. Di ciò sarà opportuno tener conto nella scelta del sistema di protezione contro i contatti indiretti.



**A11.3.3. Identificazione delle anime dei cavi**

L'identificazione delle anime dei cavi multipolari sotto guaina unica e dei conduttori di protezione si dovrà effettuare secondo le prescrizioni della tabella CEI UNEL 00722.

**A11.4. DISTANZIAMENTO E ALTEZZE MINIME****A11.4.0. Distanziamento dai limiti della carreggiata e della sede stradale**

La distanza dei sostegni e di ogni parte dell'impianto dai limiti della carreggiata dovrà essere tale da non creare interferenze con la circolazione stradale e intralcio od impedimento a persone disabili (33).

**A11.4.1. Altezze minime sulla carreggiata**

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte dell'impianto dovrà essere non inferiore a 6,00 m. Altezze inferiori potranno essere adottate in casi particolari previa competente autorizzazione.

**A11.4.2. Distanze dai conduttori di linee elettriche esterne (34)**

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche esterne (35) non dovranno essere inferiori a:

- a) - 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e 1 (tale distanziamento potrà essere ridotto a 0,5 m per linee in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato).
- b) -  $(3 + 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV (il distanziamento potrà essere ridotto a  $(1 + 0,015 U)$  per le linee in cavo aereo e, su autorizzazione competente, anche per le linee con conduttori nudi).

**TAB. A - 6 - Distanze di rispetto degli apparecchi, dei sostegni e delle fondazioni da opere circostanti**

Opera avvicinata	Elemento da considerare	Distanza minima m
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in conduttori nudi fuori dell'abitato	Conduttore più vicino	1
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in cavo aereo e in ogni caso nell'abitato	Conduttore più vicino	0,50
Ferrovie e tranvie in sede propria fuori dell'abitato (esclusi i binari morti e raccordi a stabilimenti)	Rotaia più vicina Ciglio delle trincee Piede dei rilevati	6 (1) 3 (1) 2 (1)
Funicolari terrestri fuori dell'abitato	Rotaia più vicina	4 (1)
Filovie fuori dell'abitato	Conduttore di contatto più vicino	4 (1)
Funivie, sciovie e seggiovie per trasporto persone	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	4 (1)
Funivie per trasporto merci o similari	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	2 (1)
Ferrovie, tranvie e filovie nell'abitato, e binari e raccordi a stabilimenti	Rotaia più vicina Conduttore di contatto più vicino	2 (1)
Argini di 3ª categoria (3)	Piede dell'argine	5 (1)
Autostrade	Confine di proprietà (C.P.)	25 (1) (4)
Condotti a pressione $\geq 25$ atm	Esterno tubazione	protetti (2) 2 (4) 1 (5)
		non protetti (2) 6 (4) 3 (5)
Condotti a pressione < 25 atm e oleodotti	Esterno tubazione	protetti (2) 2 (4) 1 (5)
		non protetti (2) 6 (4) 3 (5)
Pali sfiato del gas metano (sfiati da valvola da sicurezza, sfiati di organi di intercettazione)	Apertura o griglia alla sommità del palo sfiato	7,5 (5)

(1) Le distanze sono da riferire a tutto il punto luce e alla fondazione se del tipo affiorante  
(2) Compreso l'eventuale impianto di messa a terra  
(3) Per argini di categoria superiore ci si deve attenere alle disposizioni degli organi competenti  
(4) Riducibili previa autorizzazione dell'Ente proprietario  
(5) Nel caso di sostegno senza linea aerea  
(6) Zona AD di rispetto dei luoghi di classe 1 (C1ZR) o zona AD di divisione 2 dei luoghi di classe 1 (C1Z2)

- (33) Al fine di evitare interferenze con il regolare traffico veicolare, i sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad un'altezza di 5,00 m dalla pavimentazione della carreggiata, sarà opportuno che vengano posizionati:  
a) Nelle strade urbane ad una distanza orizzontale di almeno 50 cm dai limiti della carreggiata (salvo diverse disposizioni od autorizzazioni).  
b) Nelle strade extraurbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 2,00 m dal limite della carreggiata (salvo diversa disposizioni o autorizzazioni per difficoltà contingenti).  
Inoltre, al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni dovranno essere posizionati in modo che il percorso abbia la larghezza di almeno 90 cm (D.M. 14 giugno 1989, n. 236, art. 8.2.1).
- (34) Le distanze di cui al presente titolo non si applicano alla linea di alimentazione dell'impianto di illuminazione, anche se di tipo promiscuo. Peraltro le distanze indicate si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici, distanziamenti maggiori risultando di regola necessari per esigenze di sicurezza degli operatori.
- (35) Conduttori supposti sia con catenaria verticale, sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella norma CEI 11.4 in 2.2.4 - ipotesi 3).

#### A11.5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SOSTEGNI

Per le caratteristiche meccaniche dei sostegni, in ordine alle ipotesi di calcolo, alle protezioni e al dimensionamento, oltre a quanto particolarmente prescritto nel presente Capitolato, si rimanda alla serie di norme UNI-EN 40.

#### A11.6. MISURE E PROVE

##### A11.6.0. Misura della resistenza di isolamento

La misura della resistenza di isolamento dovrà essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario e tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti. Eventuali messe a terra di funzionamento dovranno evidentemente essere disinserite durante la prova.

Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova dovranno essere oggetto di misure separate. Non sarà necessario eseguire misure sul secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione.

Le misure dovranno essere effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 500 V per gli impianti di Gruppo A, B e non inferiore a 1500 V per gli impianti di Gruppo D (36).

##### A11.6.1. Misura della caduta di tensione su linea di alimentazione di impianti in derivazione indipendenti

Sarà eseguita, ove richiesta, in condizioni regolari di esercizio, rilevando contemporaneamente la tensione in corrispondenza dei morsetti di uscita dell'apparecchiatura di comando ed in corrispondenza dei morsetti di alimentazione dei centri luminosi elettricamente più lontani.

##### A11.6.2. Misura della resistenza dell'impianto di terra

In luogo della misura della resistenza del dispersore sarà ammesso il metodo della misura dell'impedenza dell'anello di guasto.

### Art. A12

## PROTEZIONE DELLE OPERE COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA

#### A12.1. PROTEZIONE DELLE OPERE

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse o alte.

Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione e alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo o indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.).

Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento o alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione o a terzi degli eventuali danni dipendenti.

#### A12.2. COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE (37)

Tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità, da realizzare in zone dichiarate sismiche (in muratura, in cemento armato, in acciaio o miste), dovranno essere calcolate ed eseguite con l'osservanza della normativa emanata con la Legge 2 febbraio 1974, n. 64 avente per oggetto: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" nonché delle "Norme Tecniche" approvate con Ordd. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, e 2 ottobre 2003, n. 3316, con relative disposizioni attuative emanate con D.P.C.M. 21 ottobre 2003.

A norma dell'art. 17 della legge citata l'Appaltatore sarà tenuto, prima di dare inizio ai lavori, a darne preavviso scritto, mediante lettera raccomandata con ricevuta di ritorno, al Sindaco ed all'Ufficio Tecnico della Regione od all'Ufficio del Genio Civile, secondo le conseguenze vigenti, indicando il proprio domicilio, il nome e la residenza del progettista e del direttore dei lavori. Alla domanda dovrà essere unito il progetto, in doppio esemplare, firmato dal progettista, dal direttore dei lavori e dallo stesso Appaltatore.

Il progetto dovrà essere esaurientemente dettagliato ed accompagnato da una relazione tecnica, dal fascicolo dei calcoli delle strutture portanti (sia in fondazione che in elevazione) e dai disegni dei particolari esecutivi delle scritture. Al progetto dovrà inoltre essere allegata una relazione sulla fondazione, nella quale dovranno illustrarsi i criteri adottati nella relazione sulla fondazione dovrà essere corredata di grafici o di documentazione, in quanto necessari.

A norma dell'art. 18 della stessa legge, nelle località sismiche, ad eccezione di quelle a bassa sismicità all'uopo indicate nei decreti di cui al secondo comma dell'art. 3, i lavori non potranno essere iniziati senza preventiva autorizzazione scritta di uno degli Uffici di cui in precedenza. (38)

#### A12.3. PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Ai fini della protezione ambientale dall'inquinamento luminoso, tutti gli impianti di illuminazione, in rapporto alla zona di installazione e alla tipologia, dovranno essere realizzati con apparecchiature tali che sia rispettata la norma:

UNI 10819 - Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

(36) Le misure dovranno essere effettuate senza tener conto delle condizioni meteorologiche e dopo che la tensione sarà stata applicata da circa 60 s.

(37) V. ora anche il nuovo D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 che emana le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", in vigore dal marzo 2008 ed in coesistenza, fino al giugno 2009, con il precedente D.M. 14 settembre 2005 e con tutta la normativa superiormente citata.

(38) V. in proposito la particolare disciplina dettata dall'art. 32 della L.R. 19 maggio 2003, n. 7.

## INDICE

INDIRIZZI DI BANDO  
CONDIZIONI DI AMMISSIONE ALL'APPALTO - OPERE SCORPORABILI - ULTERIORI CATEGORIE Pag. III

SCHEMA DI CONTRATTO DI APPALTO " IX

## CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

## PARTE I

DESCRIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO  
ULTERIORI CLAUSOLE DEL RAPPORTO AMMINISTRATIVO  
TRA STAZIONE APPALTANTE ED APPALTATORE

Art. 1	— OGGETTO DELL'APPALTO	"	3
Art. 2	— AMMONTARE DELL'APPALTO	"	3
	2.1. IMPORTO COMPLESSIVO DELL'APPALTO	"	3
	2.2. LAVORI A MISURA OD A CORPO - DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI	"	3
	2.3. VARIAZIONI DEGLI IMPORTI	"	5
Art. 3	— DESIGNAZIONE SOMMARIA DELLE OPERE - OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO - ATTI ESPROPRIATIVI	"	5
	3.1. DESIGNAZIONE DELLE OPERE	"	5
	3.2. OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO	"	6
	3.3. ATTI ESPROPRIATIVI	"	6
Art. 4	— DICHIARAZIONE PRELIMINARE E CONDIZIONI DI APPALTO	"	7
	4.1. DICHIARAZIONE PRELIMINARE	"	7
	4.2. CONDIZIONI DI APPALTO	"	7
Art. 5	— VARIAZIONI ALLE OPERE PROGETTATE - CASO DI RISOLUZIONE DEL CONTRATTO	"	7
	5.0. GENERALITÀ	"	7
	5.1. MOTIVAZIONI E CASO DI RISOLUZIONE	"	7
Art. 6	— VARIANTI IN RIDUZIONE - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE	"	8
	6.1. VARIANTI IN RIDUZIONE	"	8
	6.2. ECCEZIONI DELL'APPALTATORE	"	8
Art. 7	— OSSERVANZA DELLE LEGGI, DEL REGOLAMENTO E DEL CAPITOLATO GENERALE	"	8
Art. 8	— DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO	"	9
Art. 9	— CAUZIONE E COPERTURE ASSICURATIVE	"	9
	9.1. CAUZIONE PROVVISORIA	"	9
	9.2. CAUZIONE DEFINITIVA	"	9
	9.3. COPERTURE ASSICURATIVE	"	9
Art. 10	— STIPULAZIONE ED APPROVAZIONE DEL CONTRATTO - VERBALE PRELIMINARE	"	10
Art. 11	— CONSEGNA DEI LAVORI	"	10
	11.1. CONSEGNA IN GENERALE	"	10
	11.2. CONSEGNA FRAZIONATA	"	11
	11.3. CAPITALI DI LIVELLAZIONE	"	11
	11.4. INIZIO DEI LAVORI - PENALE PER IL RITARDO	"	11
	11.5. ANNOTAZIONI PARTICOLARI	"	11
Art. 12	— TEMPO UTILE PER LA ULTIMAZIONE DEI LAVORI - PENALE PER IL RITARDO	"	11
Art. 13	— SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI - SOSPENSIONE PARZIALE - PROROGHE	"	12
Art. 14	— IMPIANTO DEL CANTIERE - PROGRAMMA ED ORDINE DEI LAVORI - ACCELERAZIONE - PIANO DI QUALITÀ	"	12
	14.1. IMPIANTO DEL CANTIERE	"	12
	14.2. PROGRAMMA DEI LAVORI	"	12
	14.3. ORDINE DEI LAVORI	"	12
	14.4. PREMIO DI ACCELERAZIONE	"	12
	14.5. PIANO DI QUALITÀ	"	13
Art. 15	— ANTICIPAZIONI	"	13
	15.1. ANTICIPAZIONI DELL'APPALTATORE	"	13
	15.2. ANTICIPAZIONI DELL'AMMINISTRAZIONE - GARANZIA - REVOCA	"	13
Art. 16	— PAGAMENTI IN ACCONTO ED A SALDO - ONERI DI SICUREZZA IN CASO DI SUBAPPALTO	"	13
	16.1. LAVORI IN GENERALE	"	13
	16.2. LAVORI A MISURA	"	13
	16.3. LAVORI A CORPO	"	14
	16.4. LAVORI A CORPO ED A MISURA	"	14
	16.5. COMPENSO A CORPO	"	14
	16.6. LAVORI IN ECONOMIA	"	14
	16.7. MATERIALI IN CANTIERE	"	14
	16.8. ONERI DI SICUREZZA IN CASO DI SUBAPPALTO	"	14

Art. 17 — DANNI	Pag.	14
17.1. GENERALITÀ	"	14
17.2. DANNI DI FORZA MAGGIORE	"	14
Art. 18 — ACCERTAMENTO E MISURAZIONE DEI LAVORI	"	15
Art. 19 — ULTIMAZIONE DEI LAVORI - CONTO FINALE - COLLAUDO	"	15
19.1. ULTIMAZIONE DEI LAVORI	"	15
19.2. CONTO FINALE	"	15
19.3. COLLAUDO	"	15
19.4. DIFFORMITÀ E VIZI D'OPERA	"	15
Art. 20 — MANUTENZIONE DELLE OPERE FINO AL COLLAUDO	"	16
Art. 21 — DISCORDANZE NEGLI ATTI DI CONTRATTO - PRESTAZIONI ALTERNATIVE	"	16
Art. 22 — PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI	"	16
Art. 23 — DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI - LAVORO NOTTURNO E FESTIVO	"	16
Art. 24 — DISCIPLINA NEI CANTIERI - DIREZIONE TECNICA	"	17
Art. 25 — TRATTAMENTO E TUTELA DEI LAVORATORI	"	17
25.1. TRATTAMENTO DEI LAVORATORI	"	17
25.2. TUTELA DEI LAVORATORI	"	17
25.3. RAPPRESENTANZE SINDACALI	"	17
25.4. VERIFICHE	"	17
25.5. CASSE EDILI	"	17
Art. 26 — ESTENSIONE DI RESPONSABILITÀ - VIOLAZIONE DEGLI OBBLIGHI - ONERI	"	17
26.0. GENERALITÀ	"	17
26.1. ONERI PARTICOLARI	"	18
Art. 27 — ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE	"	18
Art. 28 — ONERI PARTICOLARI COMPENSATI A CORPO	"	20
Art. 29 — ONERI SOGGETTI A RIMBORSO	"	21
Art. 30 — PIANIFICAZIONE DELLA SICUREZZA	"	22
30.1. TIPOLOGIE DEI PIANI E DISPOSIZIONI	"	22
30.2. OBBLIGHI, ONERI E PROCEDURE	"	22
Art. 31 — RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - RECESSO	"	23
31.1. RISOLUZIONE DEL CONTRATTO	"	23
31.2. RECESSO	"	23
Art. 32 — SUBAPPALTO E COTTIMO - CONTRATTI DI FORNITURA E NOLI A CALDO - DIVIETI - FUSIONI	"	23
32.0. GENERALITÀ	"	23
32.1. SUBAPPALTO E COTTIMO	"	23
32.2. CONTRATTI DI FORNITURA - NOLI A CALDO	"	24
32.3. DIVIETI ED OBBLIGHI	"	24
32.4. FUSIONI E CONFERIMENTI	"	24
Art. 33 — PREZZI DI ELENCO - REVISIONE - NUOVI PREZZI	"	25
33.1. GENERALITÀ	"	25
33.2. REVISIONE DEI PREZZI	"	25
33.3. PREZZO CHIUSO	"	25
33.4. NUOVI PREZZI	"	25
Art. 34 — RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE - DIFETTI DI COSTRUZIONE	"	25
Art. 35 — RAPPRESENTANTE TECNICO DELL'APPALTATORE	"	26
Art. 36 — INDICAZIONE DELLE PERSONE CHE POSSONO RISCOUTERE	"	26
Art. 37 — DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE	"	26
37.1. ACCORDO BONARIO	"	26
37.2. TRANSAZIONE	"	26
37.3. ARBITRATO	"	26
37.4. GIUDIZIO ORDINARIO	"	27
37.5. TEMPO DEL GIUDIZIO	"	27
Art. 38 — APPALTO DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE	"	27
Art. 39 — DIMICILIO DELL'APPALTATORE	"	27
Art. 40 — ACCESSO AGLI ATTI	"	27

PARTE II  
SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPITOLO I	
QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE	31
Art. 41 — CARATTERISTICHE GENERALI - SCORPORI	33
41.1. CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE	33
41.2. SCORPORO DALL'APPALTO	34

<b>Art. 42 — MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI</b> .....	Pag. 34
42.1. ACQUA .....	" 34
42.2. AGGREGATI PER MALTA .....	" 34
42.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO .....	" 36
42.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - GENERALITÀ .....	" 38
42.5. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 13042) .....	" 38
42.6. AGGREGATI PER FONDI E SOTTOFONDI STRADALI - MISCELE NON LEGATE .....	" 40
42.7. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI - AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI .....	" 40
42.8. POMICE .....	" 42
42.9. PIETRE NATURALI E MARMI .....	" 42
42.10. MANUFATTI LAPIDEI STRADALI - CUBETTI .....	" 43
<b>Art. 43 — CALCI - POZZOLANE - LEGANTI IDRAULICI</b> .....	" 45
43.1. CALCI .....	" 45
43.2. POZZOLANA .....	" 46
43.3. LEGANTI IDRAULICI .....	" 46
43.4. ADDITIVI .....	" 47
<b>Art. 44 — MATERIALI LATERIZI</b> .....	" 47
<b>Art. 45 — MATERIALI CERAMICI</b> .....	" 48
45.1. GRÈS ORDINARI .....	" 48
45.2. GRÈS CERAMICI .....	" 48
45.3. CLINCKER .....	" 49
<b>Art. 46 — MATERIALI FERROSI - PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA</b> .....	" 49
46.0. GENERALITÀ .....	" 49
46.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO .....	" 50
46.2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE .....	" 51
46.3. LAMIERE DI ACCIAIO .....	" 52
46.4. LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI .....	" 52
46.5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO .....	" 54
46.6. ACCIAIO INOSSIDABILE .....	" 55
46.7. TUBI DI ACCIAIO .....	" 55
46.8. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI .....	" 57
46.9. GHISA E PRODOTTI DI GHISA .....	" 57
<b>Art. 47 — METALLI DIVERSI</b> .....	" 60
47.0. GENERALITÀ .....	" 60
47.1. STAGNO E SUE LEGHE .....	" 60
47.2. ZINCO E SUE LEGHE .....	" 60
47.3. RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI .....	" 60
<b>Art. 48 — LEGNAMI</b> .....	" 61
48.0. GENERALITÀ .....	" 61
48.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA .....	" 61
48.2. LEGNAMI PER SERRAMENTI .....	" 61
<b>Art. 49 — MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI</b> .....	" 61
49.0. GENERALITÀ .....	" 61
49.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO .....	" 61
49.2. PIASTRELLE DI CERAMICA .....	" 62
49.3. MATTONELLE D'ASFALTO .....	" 62
49.4. PAVIMENTI RESILIENTI .....	" 62
<b>Art. 50 — PRODOTTI VERNICIANTI - PITTURE - VERNICI - SMALTI</b> .....	" 63
50.0. GENERALITÀ .....	" 63
50.1. PRODOTTI PER TINTEGGIATURA - IDROPITTURE .....	" 63
50.2. PITTURE .....	" 63
50.3. VERNICI .....	" 64
50.4. SMALTI .....	" 65
<b>Art. 51 — PLASTICI PER RIVESTIMENTI MURARI</b> .....	" 65
51.0. GENERALITÀ E CATEGORIE .....	" 65
<b>Art. 52 — PRODOTTI DI FIBRO-CEMENTO</b> .....	" 65
52.1. GENERALITÀ .....	" 65
52.2. TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI) .....	" 66
<b>Art. 53 — PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI</b> .....	" 66
53.0. GENERALITÀ .....	" 66
53.1. TUBI .....	" 66
53.2. MANUFATTI DIVERSI .....	" 69
<b>Art. 54 — LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI - MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI</b> .....	" 69
54.1. BITUMI .....	" 69
54.2. ASFALTO E DERIVATI .....	" 70
54.3. CARTA FELTRO .....	" 71
54.4. MEMBRANE PREFABBRICATE .....	" 71
<b>Art. 55 — ADESIVI - SIGILLANTI - GUARNIZIONI - IDROFUGHI - IDROREPELLENTI - ADDITIVI</b> .....	" 72
55.1. ADESIVI .....	" 72
55.2. SIGILLANTI .....	" 73
55.3. GUARNIZIONI .....	" 74
55.4. IDROFUGHI .....	" 74

55.5.	IDROPELLENTI .....	Pag.	74
55.6.	ADDITIVI .....	"	75
<b>Art. 56</b>	<b>— PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE .....</b>	"	75
56.0.	GENERALITÀ .....	"	75
56.1.	LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE .....	"	75
56.2.	TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC) .....	"	75
56.3.	TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE .....	"	77
56.4.	TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV) .....	"	78
<b>Art. 57</b>	<b>— APPARECCHI IDRAULICI .....</b>	"	80
57.0.	GENERALITÀ .....	"	80
57.1.	VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA .....	"	80
57.2.	VALVOLE PER CONDOTTE GAS .....	"	81
<b>Art. 58</b>	<b>— MATERIALI DIVERSI E SPECIALI .....</b>	"	81
58.1.	ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI .....	"	81
58.2.	MATERIALI PER GIUNZIONI .....	"	82
58.3.	MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI .....	"	83
58.4.	APPARECCHI DI APPOGGIO .....	"	84
58.5.	SEGNALI STRADALI .....	"	84
58.6.	PELLICOLE RETTORIFLETTENTI .....	"	85
58.7.	VERNICI RIFRANGENTI .....	"	86
<b>CAPITOLO II</b>			
<b>MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO - MOVIMENTI DI MATERIE - OPERE D'ARTE - LAVORI DIVERSI .....</b>			
<b>Art. 59</b>	<b>— RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI .....</b>	"	87
59.1.	RILIEVI .....	"	89
59.2.	CAPISALDI .....	"	89
59.3.	TRACCIATI .....	"	89
<b>Art. 60</b>	<b>— DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....</b>	"	89
60.1.	GENERALITÀ .....	"	89
60.2.	DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE .....	"	90
<b>Art. 61</b>	<b>— SCAVI IN GENERE - SCAVI IN SOTTERRANEO - LAVORI DI CONTENIMENTO - SCAVI SPECIALI .....</b>	"	90
61.0.	GENERALITÀ .....	"	90
61.1.	SCAVI DI SBANCAMENTO .....	"	91
61.2.	SCAVI DI FONDAZIONE .....	"	91
61.3.	SCAVI IN SOTTERRANEO .....	"	92
61.4.	INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI .....	"	94
61.5.	SCAVI SPECIALI .....	"	95
<b>Art. 62</b>	<b>— RILEVATI E RINTERRI - PIANI DI POSA .....</b>	"	95
62.0.	GENERALITÀ .....	"	95
62.1.	RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE .....	"	96
62.2.	RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE - RINTERRI DI CAVI .....	"	98
62.3.	PIANI DI POSA IN TRINCEA .....	"	98
<b>Art. 63</b>	<b>— FANGHI DI BENTONITE .....</b>	"	98
<b>Art. 64</b>	<b>— PALI DI FONDAZIONE - ANCORAGGI .....</b>	"	98
64.0.	GENERALITÀ .....	"	98
64.1.	PALI IN LEGNO .....	"	100
64.2.	PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI FUORI OPERA .....	"	100
64.3.	PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI IN OPERA .....	"	101
64.4.	MICROPALI .....	"	102
64.5.	PALI SPECIALI .....	"	103
64.6.	ANCORAGGI .....	"	103
<b>Art. 65</b>	<b>— PALANCOLE - DIAFRAMMI DI PALI - DIAFRAMMI CONTINUI .....</b>	"	104
65.1.	FALANCOLE .....	"	104
65.2.	DIAFRAMMI .....	"	105
<b>Art. 66</b>	<b>— MALTE - QUALITÀ E COMPOSIZIONE .....</b>	"	105
66.1.	GENERALITÀ .....	"	105
66.2.	COMPOSIZIONE DELLE MALTE .....	"	105
66.3.	ALTRE MALTE .....	"	106
<b>Art. 67</b>	<b>— MURATURE .....</b>	"	107
67.0.	GENERALITÀ .....	"	107
67.1.	MURATURE PORTANTI .....	"	107
67.2.	MURATURE IN ZONA SISMICA .....	"	107
67.3.	MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAME A SECCO .....	"	107
67.4.	MURATURA DI PIETRAME CON MALTA .....	"	108
67.5.	MURATURA IN ELEMENTI NATURALI - TUFO - PIETRA DA TAGLIO .....	"	108
67.6.	MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI .....	"	108
67.7.	PARETI A UNA TESTA E IN FOGLIO .....	"	109
67.8.	PARAMENTI DELLE MURATURE .....	"	109
<b>Art. 68</b>	<b>— CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI .....</b>	"	110
68.0.	GENERALITÀ .....	"	110

68.1.	CALCESTRUZZI DI MALTA	Pag. 110
68.2.	CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI	" 110
68.3.	CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO	" 115
68.4.	CALCESTRUZZI SPECIALI	" 115
68.5.	CALCESTRUZZI AD ALTRA RESISTENZA (HPC)	" 117
68.6.	CONGLOMERATO DEBOLMENTE ARMATO O NON ARMATO	" 118
<b>Art. 69</b>	<b>— MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO - CONGLOMERATO A VISTA</b>	" 118
69.1.	MURATURA DI GETTO	" 118
69.2.	CONGLOMERATO A VISTA	" 118
<b>Art. 70</b>	<b>— OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE</b>	" 119
70.0.	GENERALITÀ	" 119
70.1.	CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO	" 119
70.2.	POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO	" 120
70.3.	DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO	" 121
70.4.	GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI	" 122
70.5.	ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI	" 122
<b>Art. 71</b>	<b>— OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO</b>	" 123
71.1.	CLASSE DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO	" 123
71.2.	REGOLE D'ESECUZIONE	" 123
<b>Art. 72</b>	<b>— CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE - VARO</b>	" 123
<b>Art. 73</b>	<b>— STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI</b>	" 124
73.0.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	" 124
73.1.	MATERIALI E CONTROLLI	" 124
73.2.	REGOLE PRATICHE E COLLAUDO	" 124
73.3.	COMPONENTI STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO ALLEGGERITO	" 125
<b>Art. 74</b>	<b>— SOLETTE E SOLAI IN CEMENTO ARMATO</b>	" 125
<b>Art. 75</b>	<b>— OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI</b>	" 125
75.0.	GENERALITÀ	" 125
75.1.	COSTRUZIONI IN ACCIAIO	" 127
75.2.	ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO - CALCESTRUZZO	" 127
75.3.	COSTRUZIONI CON ELEMENTI IN METALLI DIVERSI	" 127
75.4.	MANUFATTI DIVERSI	" 127
<b>Art. 76</b>	<b>— OPERE MURARIE PARTICOLARI</b>	" 129
76.1.	MURATURE PER FONDAZIONI SPECIALI	" 129
76.2.	RIVESTIMENTI E MURATURE IN SOTTERRANEO	" 130
76.3.	COSTRUZIONE DEI VOLTI	" 131
<b>Art. 77</b>	<b>— CAPPE SUI VOLTI E IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE</b>	" 131
77.0.	GENERALITÀ	" 131
77.1.	CAPPE	" 131
77.2.	IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE	" 132
77.3.	IMPERMEABILIZZAZIONI CON MEMBRANE BITUMINOSE	" 133
77.4.	IMPERMEABILIZZAZIONI CON MEMBRANE POLIMERICHE DI TIPO SINTETICO	" 133
77.5.	TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE	" 134
77.6.	TRATTAMENTO CON MATERIALI COMPOSITI	" 134
77.7.	IMPERMEABILIZZAZIONI IN SOTTERRANEO	" 134
<b>Art. 78</b>	<b>— INTONACI</b>	" 135
78.0.	GENERALITÀ	" 135
78.1.	INTONACO GREZZO (ARRICCIATURA)	" 135
78.2.	INTONACO DECORATIVO	" 135
78.3.	INTONACI E PROTEZIONI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO	" 136
<b>Art. 79</b>	<b>— RIVESTIMENTI</b>	" 136
79.1.	GENERALITÀ	" 136
<b>Art. 80</b>	<b>— OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI</b>	" 136
80.0.	GENERALITÀ	" 136
80.1.	MARMI E PIETRE NATURALI - PIETRA DA TAGLIO	" 138
80.2.	PIETRE ARTIFICIALI	" 138
80.3.	ESECUZIONI PARTICOLARI	" 138
80.4.	CORDONI PER MARCIAPIEDI - MANUFATTI LAPIDEI STRADALI	" 138
<b>Art. 81</b>	<b>— OPERE DA CARPENTIERE</b>	" 139
<b>Art. 82</b>	<b>— OPERE DA LATTONIERE - MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA</b>	" 139
82.0.	GENERALITÀ	" 139
82.1.	TOMBINI TUBOLARI IN LAMIERA	" 139
<b>Art. 83</b>	<b>— DRENAGGI - GABBIONI</b>	" 140
83.1.	DRENAGGI	" 140
83.2.	GABBIONI	" 140
<b>Art. 84</b>	<b>— TUBAZIONI</b>	" 141
84.0.	GENERALITÀ	" 141
84.1.	TUBAZIONI DI ACCIAIO	" 144
84.2.	TUBAZIONI DI GHISA	" 146
84.3.	TUBAZIONI DI GRÈS	" 147
84.4.	TUBAZIONI DI FIBRO-CEMENTO	" 148

84.5.	TUBAZIONI DI CEMENTO (SEMPLICE E ARMATO)	Pag. 143
84.6.	TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)	" 148
84.7.	TUBAZIONI DI POLIETILENE	" 149
<b>Art. 85</b>	<b>— MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI</b>	" 149
85.1.	POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI	" 149
<b>Art. 86</b>	<b>— OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE - OPERE IN VERDE - CONSOLIDAMENTI</b>	" 151
86.1.	CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	" 151
86.2.	MANTELLATE DI RIVESTIMENTO	" 151
86.3.	LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE	" 151
86.4.	PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA	" 154
86.5.	CONSOLIDAMENTO MEDIANTE MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA	" 154
86.6.	CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE	" 154
<b>Art. 87</b>	<b>— SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE</b>	" 155
<b>Art. 88</b>	<b>— SEGNALETICA STRADALE</b>	" 156
88.0.	GENERALITÀ	" 156
88.1.	SEGNALETICA VERTICALE	" 156
88.2.	SEGNALETICA ORIZZONTALE	" 157
88.3.	PARACARRI - INDICATORI CHILOMETRICI - TERMINI DI CONFINE	" 157
<b>Art. 89</b>	<b>— LAVORI DI VERNICIATURA</b>	" 157
89.0.	GENERALITÀ	" 157
89.1.	SUPPORTI DI INTONACO E CALCESTRUZZO - TINTEGGIATURE E PITTURAZIONI	" 158
89.2.	SUPPORTI IN CALCESTRUZZO - PITTURAZIONE ANTICORROSIVA	" 159
89.3.	SUPPORTI IN ACCIAIO - VERNICIATURE E PROTEZIONI	" 159
89.4.	SUPPORTI IN ACCIAIO ZINCATO	" 162
89.5.	SUPPORTI IN ALLUMINIO	" 163
89.6.	SUPPORTI IN LEGNO - PITTURAZIONI E VERNICIATURE	" 163
<b>Art. 90</b>	<b>— STRATI FILTRO E RIPARTENTI IN FELTRI O TELI GEOTESSILI</b>	" 164
<b>Art. 91</b>	<b>— SIGILLATURE</b>	" 165
91.1.	MODALITÀ D'ESECUZIONE - GENERALITÀ	" 165
91.2.	CAMPI DI IMPIEGO - APPLICAZIONI PARTICOLARI	" 166
 <b>CAPITOLO III</b>		
<b>MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO-OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE-PAVIMENTAZIONI DIVERSE</b>		
<b>Art. 92</b>	<b>— STRATI DI FONDAZIONE</b>	" 167
92.1.	FONDAZIONI IN PIETRAME	" 169
92.2.	FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA O MISTO GRANULARE	" 169
<b>Art. 93</b>	<b>— STRATI DI BASE</b>	" 171
93.1.	STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO	" 171
93.2.	STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE	" 172
93.3.	STRATI DI BASE IN MISTO CEMENTATO ( <i>GRAVE CEMENT</i> )	" 172
93.4.	STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	" 173
93.5.	STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO ( <i>BASE COURSE</i> )	" 174
<b>Art. 94</b>	<b>— STRATI DI PAVIMENTAZIONE</b>	" 176
94.0.	PREPARAZIONE DELLE CARREGGIATE	" 176
94.1.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE	" 176
94.2.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO	" 177
94.3.	TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO	" 177
94.4.	TRATTAMENTO CON POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA	" 177
94.5.	TRATTAMENTO A SEMIPENETRAZIONE E PENETRAZIONE CON BITUME A CALDO	" 178
94.6.	STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO ( <i>BINDER COURSE</i> )	" 178
94.7.	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO ( <i>SURFACE COURSE</i> )	" 181
94.8.	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE	" 183
94.9.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	" 184
<b>Art. 95</b>	<b>— PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI</b>	" 185
95.1.	PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI PIETRA (LASTRICATI)	" 185
95.2.	PAVIMENTAZIONI IN BOLOGNINATO	" 186
95.3.	PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PIETRA	" 186
95.4.	PAVIMENTAZIONI IN ACCIOTTOLATI E SELCIATI	" 186
95.5.	PAVIMENTAZIONI IN MATTONELLE DI ASFALTO	" 187
<b>Art. 96</b>	<b>— PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI - ORLATURE</b>	" 187
96.1.	PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI	" 187
96.2.	PAVIMENTAZIONI CONTINUE	" 187
96.3.	ORLATURE	" 187



## CAPITOLO IV

<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b> .....	Pag. 189
<b>Art. 97 — NORME GENERALI</b> .....	" 191
97.1. OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO .....	" 191
97.2. VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI .....	" 191
97.3. LAVORI INCOMPLETI .....	" 191
<b>Art. 98 — VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA</b> .....	" 191
98.1. MANO D'OPERA - MERCEDI .....	" 191
98.2. NOLI .....	" 192
98.3. MATERIALI A PIÈ D'OPERA .....	" 192
<b>Art. 99 — VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA</b> .....	" 192
99.1. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	" 192
99.2. SCAVI IN GENERE .....	" 192
99.3. RILEVATI E RINTERRI .....	" 195
99.4. PALI DI FONDAZIONE .....	" 195
99.5. PALANCOLATE - TURE - PARATIE - DIAFRAMMI .....	" 196
99.6. MURATURE .....	" 196
99.7. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	" 197
99.8. CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE .....	" 198
99.9. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P. .....	" 199
99.10. SOLETTE E SOLAI .....	" 199
99.11. OPERE E MANUFATTI IN ACCIAIO E ALTRI METALLI .....	" 199
99.12. FONDAZIONI E MURATURE SPECIALI .....	" 200
99.13. TRATTAMENTI PROTETTIVI - SMALTI CEMENTIZI - CAPPE D'ASFALTO - IMPERMEABILIZZAZIONI .....	" 201
99.14. INTONACI .....	" 201
99.15. RIVESTIMENTI .....	" 201
99.16. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI .....	" 202
99.17. OPERE DA CARPENTIERE .....	" 202
99.18. OPERE DA LATTONIERE - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA .....	" 202
99.19. GABBIONATE .....	" 202
99.20. TUBAZIONI .....	" 202
99.21. CANALETTE DI SCARICO PREFABBRICATE .....	" 204
99.22. MANTELLATE DI RIVESTIMENTO .....	" 204
99.23. PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA .....	" 204
99.24. CONSOLIDAMENTI .....	" 205
99.25. SCOGLIERE .....	" 205
99.26. SEMINAGIONI - PIANTAGIONI - VIMINATE .....	" 205
99.27. CUNETTE E BANCHINE .....	" 205
99.28. LAVORI DI VERNICIATURA .....	" 205
99.29. PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	" 206
99.30. TELI IN GEOTESSILE .....	" 207
99.31. BARRIERE TIPO "NEW JERSEY" .....	" 207
99.32. SIGILLATURE .....	" 207
<b>Art. 100 — IMPIANTI</b> .....	" 207

## APPENDICE A

## NORME GENERALI DI ESECUZIONE

## IMPIANTI VARI - ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

.....	" 209
<b>Art. A1 — OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA</b> .....	" 211
<b>Art. A2 — INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI</b> .....	" 211
A2.0. GENERALITÀ .....	" 211
A2.1. INDAGINI IN SITO .....	" 211
A2.2. INDAGINI E PROVE - RELAZIONE .....	" 211
<b>Art. A3 — AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE</b> .....	" 212
A3.0. GENERALITÀ .....	" 212
<b>Art. A4 — STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE — MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE</b> .....	" 212
A4.0. GENERALITÀ .....	" 212
A4.1. STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE - CONDOTTE .....	" 213
A4.2. STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE - IMPIANTI .....	" 214
<b>Art. A5 — OPERE DI ACQUEDOTTO</b> .....	" 215
A5.0. GENERALITÀ .....	" 215
<b>Art. A6 — OPERE DI FOGNATURA</b> .....	" 215
A6.0. GENERALITÀ .....	" 215
<b>Art. A7 — OPERE STRADALI</b> .....	" 215
A7.0. GENERALITÀ .....	" 215
A7.1. STRADE URBANE (CATEG. A, D, E, F CODICE DELLA STRADA) .....	" 216
A7.2. STRADE EXTRAURBANE .....	" 217
<b>Art. A8 — OPERE D'ARTE</b> .....	" 218
A8.0. GENERALITÀ .....	" 218
A8.1. OPERE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE .....	" 219

A8.2. OPERE DI SOSTEGNO E DI PRESIDIO .....	Pag. 220
A8.3. GALLERIE BREVI .....	" 220
A8.4. PONTI .....	" 220
<b>Art. A9 — SOVRASTRUTTURA STRADALE .....</b>	<b>" 221</b>
<b>Art. A10— IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE .....</b>	<b>" 222</b>
A10.0. GENERALITÀ .....	" 222
<b>Art. A11— IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE - REQUISITI ELETTRICI .....</b>	<b>" 223</b>
A11.0. GENERALITÀ E DEFINIZIONI .....	" 223
A11.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE .....	" 224
A11.2. MATERIALI E APPARECCHI .....	" 225
A11.3. CONDUTTURE .....	" 225
A11.4. DISTANZIAMENTO E ALTEZZE MINIME .....	" 226
A11.5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SOSTEGNI .....	" 227
A11.6. MISURE E PROVE .....	" 227
<b>Art. A12— PROTEZIONE DELLE OPERE - COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA .....</b>	<b>" 227</b>
A12.1. PROTEZIONE DELLE OPERE .....	" 227
A12.2. COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE .....	" 227
A12.3. PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO .....	" 227