



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale – 8<sup>a</sup> legislatura

ALLEGATO A Dgr n.

del

pag. 1/296



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale

**L.R. 7 novembre 2003, n. 27** “Disposizioni generali in materia di lavori pubblici di interesse regionale e per le costruzioni in zone classificate sismiche” art. 34 “Contratti e Capitolati”

## **CAPITOLATO SPECIALE D’APPALTO PER OPERE AFFERENTI L’EDILIZIA SOSTENIBILE**

*elaborazione a cura  
dell’Osservatorio Regionale degli Appalti*

**Assessorato alle Politiche dei Lavori Pubblici e Sport  
Segreteria Regionale Lavori Pubblici  
Direzione Lavori Pubblici**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
PARTE PRIMA****CAPO I - NORME GENERALI DELL'APPALTO**

Art. 1.1	Oggetto dell'appalto	pag.	8
Art. 1.2	Ammontare dell'appalto	pag.	8
Art. 1.3	Distribuzione degli importi	pag.	8
Art. 1.4	Documenti che fanno parte del contratto	pag.	10
Art. 1.5	Forma e principali dimensioni delle opere	pag.	11
Art. 1.6	Invariabilità del prezzo	pag.	11
Art. 1.7	Lavori in economia	pag.	12
Art. 1.8	Nuovi prezzi	pag.	13
Art. 1.9	Condizioni dell'appalto	pag.	13
Art. 1.10	Variazioni alle opere progettate – Caso di risoluzione del contratto	pag.	14
Art. 1.11	Cronoprogramma dei lavori	pag.	14
Art. 1.12	Piano di qualità di costruzione e di installazione	pag.	14
Art. 1.13	Variazioni dei lavori	pag.	15
Art. 1.14	Eccezioni dell'appaltatore – Riserve	pag.	16
Art. 1.15	Domicilio dell'appaltatore	pag.	16
Art. 1.16	Cauzione definitiva	pag.	17
Art. 1.17	Polizza di assicurazione per danni e responsabilità civile contro terzi	pag.	19
Art. 1.18	Polizza di assicurazione indennitaria decennale	pag.	19
Art. 1.19	Garanzie	pag.	19
Art. 1.20	Indicazione del luogo dei pagamenti e delle persone che possono riscuotere	pag.	20
Art. 1.21	Subappalto	pag.	20
Art. 1.22	Osservanza delle disposizioni normative e retributive dei contratti collettivi di lavoro – Contributi ed aliquote da versare alla cassa edile di mutualità e assistenza	pag.	22
Art. 1.23	Consegna dei lavori	pag.	23
Art. 1.24	Impianto di cantiere e programma dei lavori	pag.	24
Art. 1.25	Direzione del cantiere personale dell'appaltatore – Controllo del personale impiegato	pag.	25
Art. 1.26	Direzione dei lavori	pag.	27
Art. 1.27	Sospensione e ripresa dei lavori	pag.	27

<b>ALLEGATO A Dgr n.</b>	<b>del</b>	<b>pag. 3/296</b>	
--------------------------	------------	-------------------	--

Art. 1.28	Certificato di ultimazione dei lavori	pag.	28
Art. 1.29	Termine di ultimazione dei lavori e penale	pag.	28
Art. 1.30	Ripristino dei luoghi alla data di ultimazione	pag.	29
Art. 1.31	Proroghe	pag.	29
Art. 1.32	Danni di forza maggiore	pag.	29
Art. 1.33	Contabilità dei lavori	pag.	30
Art. 1.34	Contabilizzazione	pag.	30
Art. 1.35	Conto finale	pag.	31
Art. 1.36	Prezzi di elenco – Revisione – Prezzo chiuso	pag.	31
Art. 1.37	Pagamenti in acconto – Anticipazioni – Interessi per ritardato pagamento	pag.	32
Art. 1.38	Piani di sicurezza	pag.	32
Art. 1.39	Condotta dei lavori – Ordini di servizio	pag.	32
Art. 1.40	Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore	pag.	34
Art. 1.41	Personale dell'appaltatore	pag.	40
Art. 1.42	Lavoro notturno e festivo	pag.	40
Art. 1.43	Proprietà degli oggetti ritrovati	pag.	41
Art. 1.44	Cessione del corrispettivo d'appalto	pag.	41
Art. 1.45	Sorveglianza	pag.	41
Art. 1.46	Disposizioni in materia di sicurezza	pag.	42
Art. 1.47	Collaudo	pag.	43
Art. 1.48	Certificato di regolare esecuzione	pag.	44
Art. 1.49	Anticipata consegna delle opere – Premio di accelerazione	pag.	44
Art. 1.50	Risoluzione del contratto	pag.	45
Art. 1.51	Controversie	pag.	45

## **PARTE SECONDA**

PREMESSA	pag.	46
----------	------	----

### **CAPO I – CONDIZIONI – NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ, LA PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Art. 2.1	Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali	pag.	48
Art. 2.2	Norme generali per la provvista dei materiali	pag.	48
Art. 2.3	Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementiti, pozzolane, gesso, bitumi	pag.	48

<b>ALLEGATO A Dgr n.</b>	<b>del</b>	<b>pag. 4/296</b>	
--------------------------	------------	-------------------	--

Art. 2.4	Materiali inerti		pag. 52
Art. 2.5	Elementi di laterizio e calcestruzzo		pag. 53
Art. 2.6	Armature per calcestruzzo		pag. 55
Art. 2.7	Prodotti a base di legno		pag. 55
Art. 2.8	Legno lamellare		pag. 56
Art. 2.9	Prodotti di pietre naturali o ricostruite		pag. 57
Art. 2.10	Prodotti per pavimentazione edifici		pag. 58
Art. 2.11	Prodotti per coperture discontinue (a falda)		pag. 63
Art. 2.12	Prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane		pag. 65
Art. 2.13	Prodotti di vetro (lastre, profilati ad u e vetri pressati)		pag. 68
Art. 2.14	Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)		pag. 70
Art. 2.15	Infissi in alluminio		pag. 71
Art. 2.16	Infissi		pag. 78
Art. 2.17	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni		pag. 80
Art. 2.18	Prodotti per isolamento termico		pag. 83
Art. 2.19	Prodotti per pareti esterne e partizioni interne		pag. 87
Art. 2.20	Prodotti per assorbimento acustico		pag. 89
Art. 2.21	Prodotti per isolamento acustico		pag. 90
Art. 2.22	Materiali da fabbro		pag. 90
Art. 2.23	Materiali per formazione sede stradale		pag. 94
Art. 2.24	Materiali per finitura sede stradale		pag. 97
Art. 2.25	Vernice rinfrangente per segnaletica stradale orizzontale		pag. 97
Art. 2.26	Gabbioni		pag. 98
Art. 2.27	Materiali illuminazione pubblica		pag. 98
Art. 2.28	Materiali impianti elettrici		pag. 99
Art. 2.29	Scogliera per la difesa dalle erosioni delle acque		pag. 102
Art. 2.30	Prodotti per opere a verde		pag. 102

## CAPO II – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 2.31	Indagini e analisi preliminari		pag. 108
Art. 2.32	Scavi in genere		pag. 108
Art. 2.33	Scavi di sbancamento		pag. 109
Art. 2.34	Scavi di fondazione od in trincea		pag. 109

Art. 2.35	Scavi subacquei e prosciugamento	pag.	109
Art. 2.36	Rilevati e rinterri	pag.	110
Art. 2.37	Protezione delle scarpate	pag.	111
Art. 2.38	Fondazioni speciali	pag.	112
Art. 2.39	Terre armate	pag.	134
Art. 2.40	Tiranti d'ancoraggio	pag.	137
Art. 2.41	Diaframmi in c.a. e palancolati	pag.	143
Art. 2.42	Opere provvisionali – ponteggi	pag.	148
Art. 2.43	Paratie subalvee	pag.	149
Art. 2.44	Giunti di dilatazione	pag.	149
Art. 2.45	Demolizioni e rimozioni	pag.	150
Art. 2.46	Opere e strutture di muratura	pag.	151
Art. 2.47	Paramenti per le murature di pietrame	pag.	157
Art. 2.48	Costruzioni delle volte	pag.	158
Art. 2.49	Murature e riempimenti in pietrame a secco – vespai	pag.	159
Art. 2.50	Opere da fabbro	pag.	161
Art. 2.51	Opere per sedi stradali	pag.	162
Art. 2.52	Opere per marciapiede ed affini	pag.	165
Art. 2.53	Drenaggi, bonifiche, consolidamenti e bonifica del radon	pag.	166
Art. 2.54	Lavori diversi per opere stradali	pag.	169
Art. 2.55	Segnaletica orizzontale su pavimentazioni stradali	pag.	171
Art. 2.56	Illuminazione pubblica e lampione fotovoltaico	pag.	171
Art. 2.57	Opere a verde	pag.	174
Art. 2.58	Opere di strutture di calcestruzzo	pag.	185
Art. 2.59	Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso	pag.	187
Art. 2.60	Solai	pag.	188
Art. 2.61	Strutture in acciaio	pag.	194
Art. 2.62	Strutture in legno	pag.	195
Art. 2.63	Esecuzione coperture continue (piane) e tetti giardino e impianti di irrigazione	pag.	200
Art. 2.64	Esecuzione coperture discontinue (a falda)	pag.	204
Art. 2.65	Opere di impermeabilizzazione	pag.	206
Art. 2.66	Intonaci	pag.	207

Art. 2.67	Sistemi per rivestimenti esterni ed interni	pag.	211
Art. 2.68	Opere di vetrazioni e serramentistica e schermatura	pag.	213
Art. 2.69	Esecuzione delle pareti esterne partizioni interne	pag.	216
Art. 2.70	Esecuzioni delle pavimentazioni	pag.	218
Art. 2.71	Componenti dell'impianto dell'acqua	pag.	221
Art. 2.72	Esecuzione dell'impianto di adduzione dell'acqua	pag.	226
Art. 2.73	Impianto di risparmio idrico	pag.	227
Art. 2.74	Impianto di scarico delle acque usate	pag.	228
Art. 2.75	Impianto di depurazione delle acque reflue	pag.	232
Art. 2.76	Impianto di scarico acque meteoriche	pag.	234
Art. 2.77	Impianto di recupero delle acque meteoriche	pag.	235
Art. 2.78	Impianto adduzione gas	pag.	238
Art. 2.79	Impianti di antieffrazione ed antintrusione	pag.	239
Art. 2.80	Impianti di ascensori, montacarichi, scale e marciapiedi mobili	pag.	240
Art. 2.81	Impianti di ascensori ad alta efficienza	pag.	242
Art. 2.82	Impianti elettrico e di comunicazione interna	pag.	242
Art. 2.83	Impianto elettrico con bassa emissione elettromagnetica	pag.	247
Art. 2.84	Impianto di riscaldamento	pag.	249
Art. 2.85	Impianti di riscaldamento-raffrescamento a risparmio energetico	pag.	256
Art. 2.86	Impianto di climatizzazione	pag.	258
Art. 2.87	Mini generatori eolici	pag.	264
Art. 2.88	Impianto di ventilazione bilanciata	pag.	264
Art. 2.89	Impianto solare termico	pag.	265
Art. 2.90	Micro impianti idroelettrici	pag.	271
Art. 2.91	Sistema fotovoltaico isolato	pag.	272
Art. 2.92	Sistema fotovoltaico connesso alla rete (grid connected)	pag.	274

### CAPO III – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 2.93	Norme generali	pag.	277
Art. 2.94	Scavi in genere	pag.	277
Art. 2.95	Rilevati e rinterri	pag.	278
Art. 2.96	Riempimento con misto granulare	pag.	278
Art. 2.97	Paratie di calcestruzzo armato	pag.	278

<b>ALLEGATO A Dgr n.</b>	<b>del</b>	<b>pag. 7/296</b>	
Art. 2.98	Murature in genere		pag. 278
Art. 2.99	Murature in pietra da taglio		pag. 279
Art. 2.100	Calcestruzzi		pag. 279
Art. 2.101	Conglomerato cementizio armato		pag. 279
Art. 2.102	Solai		pag. 279
Art. 2.103	Controsoffitti		pag. 280
Art. 2.104	Vespai		pag. 280
Art. 2.105	Pavimenti		pag. 280
Art. 2.106	Rivestimenti di pareti		pag. 280
Art. 2.107	Fornitura in opera di marmi, pietre naturali e artificiali		pag. 280
Art. 2.108	Intonaci		pag. 280
Art. 2.109	Tinteggiature, coloriture e verniciature		pag. 281
Art. 2.110	Infissi di legno		pag. 281
Art. 2.111	Infissi di alluminio		pag. 281
Art. 2.112	Lavori in metallo		pag. 282
Art. 2.113	Tubi e pluviali		pag. 282
Art. 2.114	Impianti termico, idro-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento		pag. 282
Art. 2.115	Impianti elettrico e telefonico		pag. 284
Art. 2.116	Impianti ascensori e montacarichi		pag. 284
Art. 2.117	Opere di assistenza dagli impianti		pag. 285
Art. 2.118	Manodopera		pag. 285
Art. 2.119	Noleggi		pag. 286
Art. 2.120	Trasporti		pag. 286
Art. 2.121	Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia – invariabilità dei prezzi		pag. 286
APPENDICE – Indirizzi e suggerimenti operativi			pag. 287



Tinteggiature e verniciature	_____	
Impianti elettrici	_____	
Impianti idrici e sanitari	_____	
Impianti di climatizzazione	_____	
	in uno	_____

B –	Per lavori in economia	_____	
C –	Per compensi a corpo	_____	
a.	_____	_____	
b.	_____	_____	
c.	_____	_____	
d.	_____	_____	

Totale importo a base d’asta	_____	in uno	_____
		di cui:	
- importo lavori soggetti a ribasso	_____		
- importo lavori non soggetti a ribasso	_____		
(oneri per la sicurezza fisica dei lavoratori)	_____		

Le cifre del precedente prospetto, che indicano gli importi presunti delle diverse categorie di lavori a misura, a corpo ed in economia, soggetti al ribasso d’asta (o ad offerta prezzi), potranno variare tanto in più quanto in meno per effetto delle variazioni nelle rispettive quantità (e ciò sia in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni a seguito di modifiche, aggiunte o soppressioni che l’Amministrazione appaltante riterrà necessario ed opportuno apportare al progetto) con l’osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dall’art. 30 del Capitolato Generale d’Appalto dei lavori pubblici di interesse regionale, adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54 ai sensi dell’art. 34 della legge 7 novembre 2003 n° 27 e s. m. i..

La liquidazione dell’importo non soggetto a ribasso (o ad offerta prezzi) sopraccitato avverrà secondo quanto indicato dall’alternativa n° 2, caso C, delle “Linee guida” della Determinazione n. 37/2000 emanata dall’Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici, con la seguente formula:

$$[SAL * (1 - IS) * R],$$

dove SAL = Importo stato di avanzamento,

IS = Importo oneri sicurezza/Importo complessivo dei lavori ed

R = Ribasso offerto.

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

<b>Lavori attribuiti alla categoria di lavoro prevalente : OG...</b>			
Cat.	Descrizione delle categorie di lavoro	Importo delle singole categorie di lavoro (Euro)	%
	<b>LAVORI DA ESEGUIRE A CORPO OPERE GENERALI ...</b>		
	<b>LAVORI DA ESEGUIRE A MISURA OPERE GENERALI ...</b>		

	<b>TOTALE OG A MISURA</b>		

<b>Importo totale categoria opere generali</b>		
--	--	--

<b>Lavori attribuiti alle categorie di lavoro specialistiche</b>			
Cat.	Descrizione delle categorie di lavoro	Importo delle singole categorie di lavoro (Euro)	%

	<b>LAVORI DA ESEGUIRE A CORPO OPERE SPECIALISTICHE</b>		
--	--	--	--

<b>Totale categorie specialistiche a corpo</b>			
--	--	--	--

	<b>LAVORI DA ESEGUIRE A MISURA OPERE SPECIALISTICHE</b>		
--	---	--	--

<b>OS</b>			
-----------	--	--	--

--	--	--	--

<b>OG</b>			
-----------	--	--	--

<b>Totale categorie specialistiche a misura</b>			
---	--	--	--

<b>Importo totale categorie specialistiche</b>		
--	--	--

<b>Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)</b>		
--	--	--

<b>Importo totale</b>		
-----------------------	--	--

**Art. 1.4 Documenti che fanno parte del contratto**

Si applicano al contratto le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari vigenti alla data di esecuzione dei lavori, nonché le norme C.N.R., U.N.I., C.E.I., le tabelle CEI-UNEL ed il Capitolato Generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54 che qui si intendono richiamati.

Si applicano inoltre:

- a) L'elenco dei Prezzi Unitario modulo se trattasi di offerta prezzi
- b) Il Cronoprogramma;
- c) Il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed i piani di cui all'art. 131 del d. lgs. 163/2006 e s. m. i.
- d) I seguenti disegni di progetto:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

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

**DISCORDANZE NEGLI ATTI DI CONTRATTO - PRESTAZIONI ALTERNATIVE**

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'Appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta all'Amministrazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minor misura collima con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'Appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: Contratto – Bando di gara - Capitolato Speciale d'Appalto – Elenco Prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi) – Disegni.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

**Art. 1.5      Forma e principali dimensioni delle opere**

La forma e le principali dimensioni delle opere che formano oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati grafici e dalle specifiche tecniche allegati al contratto di cui formano parte integrante e dalle seguenti indicazioni salvo quanto eventualmente specificato all'atto esecutivo dal direttore dei lavori. Sono, pertanto, comprese nell'appalto le seguenti opere e progetti:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

La stazione appaltante si riserva l'insindacabile facoltà di apportare, nel rispetto della normativa vigente in materia di lavori pubblici, le modifiche, le integrazioni o le variazioni dei lavori ritenute necessarie per la buona progettazione ed esecuzione dei lavori e senza che l'appaltatore possa sollevare eccezioni o richiedere indennizzi a qualsiasi titolo.

**Art. 1.6      Invariabilità del prezzo**

- a) Per i lavori a corpo ed a misura l'Appaltatore dovrà provvedere a suo totale carico, oltre naturalmente alla mano d'opera, anche a tutti i mezzi d'opera, trasporti e materiali occorrenti

per la loro esecuzione. Restano esclusi i soli materiali che eventualmente venissero forniti dall'Amministrazione appaltante.

- b) Nei prezzi s'intendono compresi tutti gli oneri e spese per dare i lavori compiuti a regola d'arte, anche se non espressamente menzionati in Capitolato.
- c) La corrispondenza dei lavori eseguiti dovrà essere fatta in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore.
- d) Eventuali lavori non espressamente indicati, ma indispensabili alla realizzazione delle opere si intendono compresi nell'importo dei prezzi ad opera compiuta per i lavori a misura e per quelli a corpo.
- e) I prezzi unitari in base ai quali è stato redatto il presente progetto comprendono:
- per i materiali, ogni spesa per la fornitura, il trasporto, cali, perdite, sprechi, ecc. nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto di lavoro;
  - per gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, ferie, gratifiche ed accessori di ogni specie, benefici, ecc. nonché, nel caso di lavoro notturno, anche la spesa per illuminazione del cantiere di lavoro;
  - per i lavori a corpo ed a misura, tutte le spese per i mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, diritti di discarica, tutte le forniture occorrenti e loro lavorazione ed impiego di passaggi, di deposito, di cantiere, di occupazioni temporanee e diverse; mezzi provvisori nessuno escluso, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa e quant'altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso qualsiasi onere, benché non richiamato nei vari articoli o nell'elenco dei prezzi, del presente Capitolato speciale, che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo.
- f) Si dichiara espressamente che di tutti gli oneri ed obblighi contenuti nel presente Capitolato Speciale, si è tenuto conto nello stabilire i prezzi di cui all'articolo seguente. I prezzi medesimi, sotto le condizioni tutte del contratto s'intendono accettati dall'appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, dopo aver esaminato la località e le condizioni generali dei lavori da eseguirsi e tenuto conto che sui medesimi verrà applicato il ribasso d'asta percentuale offerto dall'Appaltatore stesso.

#### **Art. 1.7 Lavori in economia**

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della manodopera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente al Direttore dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni in economia saranno corrisposte con i prezzi desunti dalle tabelle compilate bimestralmente ai fini revisionali dalla Commissione Regionale per il rilevamento prezzi presso il Provveditorato alle OO.PP. del Veneto e vigenti al momento della prestazione.

Tali costi saranno incrementati delle maggiorazioni del 14% per spese generali e del 10% per utili all'Impresa da computarsi sull'importo già aumentato del 14%.

Gli importi così ottenuti saranno assoggettati al ribasso contrattuale. Per la sola mano d'opera il ribasso sarà applicato all'importo delle sole spese generali ed utile.

#### **Art. 1.8 Nuovi prezzi**

Qualora, relativamente alle varianti ed ai lavori in economia che si rendessero necessari in corso d'opera, sia richiesta la formulazione di prezzi, il direttore dei lavori procederà alla definizione dei nuovi prezzi sulla base dei seguenti criteri:

- applicando alle quantità di materiali, mano d'opera, noli e trasporti, necessari per le quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari dedotti dal Prezziario regionale o da listini ufficiali o dai listini delle locali camere di commercio ovvero, in difetto, dai prezzi correnti di mercato;
- aggiungendo all'importo così determinato una percentuale per le spese relative alla sicurezza;
- aggiungendo ulteriormente una percentuale variabile tra il 13 e il 15 per cento, a seconda della categoria e tipologia dei lavori, per spese generali;
- aggiungendo infine una percentuale del 10 per cento per utile dell'appaltatore.

La definizione dei nuovi prezzi dovrà avvenire in contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'appaltatore e dovrà essere approvata dal responsabile del procedimento; qualora i nuovi prezzi comportino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, il responsabile del procedimento dovrà sottoporli all'approvazione della stazione appaltante.

Qualora l'appaltatore non dovesse accettare i nuovi prezzi così determinati, la stazione appaltante potrà ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni previste.

Sulla base delle suddette approvazioni dei nuovi prezzi il direttore dei lavori procederà alla contabilizzazione dei lavori eseguiti, salva la possibilità per l'appaltatore di formulare, a pena di decadenza, entro 15 giorni dall'avvenuta contabilizzazione, eccezioni o riserve nei modi previsti dalla normativa vigente o di chiedere la risoluzione giudiziaria della controversia.

Tutti i nuovi prezzi saranno soggetti a ribasso d'asta.

#### **Art. 1.9 Condizioni dell'appalto**

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto ed indicati dal presente capitolato l'appaltatore, stante quanto attestato in sede di gara che ivi si intende integralmente richiamato, dichiara:

- a) di aver preso conoscenza del progetto delle opere da eseguire, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- b) di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo dei materiali, della mano d'opera, dei noli e dei trasporti;
- c) di aver valutato tutti gli approntamenti richiesti dalla normativa vigente in materia di lavori pubblici, di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori.

L'appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.

Con l'accettazione dei lavori l'appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme e sistemi costruttivi e nella piena applicazione della specifica normativa richiamata al punto c) del presente articolo.

**Art. 1.10 Variazioni alle opere progettate – Caso di risoluzione del contratto**

L'Amministrazione si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel vigente Capitolato generale per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54 e nel presente Capitolato speciale.

Di contro l'Appaltatore non potrà in alcun modo apportare variazioni di propria iniziativa al progetto, anche se di dettaglio. Delle variazioni apportate senza il prescritto ordine o benestare della Direzione Lavori, potrà essere ordinata la eliminazione a cura e spese dello stesso, salvo il risarcimento dell'eventuale danno all'Amministrazione appaltante.

**Art. 1.11 Cronoprogramma dei lavori**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò, 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 esecutivo dettagliato dei lavori ai sensi dell'art. 45 comma 10 del DPR 554/99, in armonia col cronoprogramma di cui all'art. 42 del DPR 554.

Le previsioni temporali definite dal cronoprogramma non subiranno variazioni qualora si verificassero dei ritardi nella progettazione ed esecuzione dei lavori imputabili all'appaltatore.

**Art. 1.12 Piano di qualità di costruzione e di installazione**

Nel caso di opere e impianti di speciale complessità e di particolare rilevanza sotto il profilo tecnologico, rispondenti alle definizioni dell'articolo 2, comma 1, lettera h) del D.P.R. 554/99, l'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà redigere un piano di qualità di costruzione e di installazione che dovrà essere sottoposto all'approvazione del direttore dei lavori.

Tale documento prevede, pianifica e programma le condizioni, le sequenze, i mezzi d'opera e le fasi delle attività di controllo da porre in essere durante l'esecuzione dei lavori, anche in funzione della loro classe di importanza.

Tutte le lavorazioni del presente capitolato sono suddivise in tre classi di importanza:

critica (strutture, impianti e parti anche indirettamente legate alla sicurezza delle prestazioni e dei livelli di funzionalità richiesti all'opera completata);

importante (strutture, impianti e loro parti legate alla regolarità delle prestazioni richiesti all'opera completata);

comune (tutti i componenti e i materiali non compresi nelle due classi precedenti).

L'appartenenza alle diverse classi di importanza determina alcuni livelli di priorità, oltre che nell'attività di controllo, anche nelle priorità che verranno assegnate:

- nell'approvvigionamento dei materiali e nei criteri di qualità richiesti per le singole parti;
- nella identificabilità dei materiali;

- nella valutazione delle eventuali condizioni di non conformità alle specifiche prescrizioni.

### **Art. 1.13 Variazioni dei lavori**

Le variazioni dei lavori in corso d'opera potranno essere ammesse, sentiti il progettista e il direttore dei lavori, soltanto quando ricorra uno dei seguenti motivi:

- per esigenze derivanti da sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari;
- per cause imprevedute e imprevedibili al momento della progettazione e che interessano la possibilità di utilizzare, senza aumento di costo, nuove tecnologie o materiali in grado di determinare significativi miglioramenti dell'opera;
- per imprevisti rinvenimenti di beni durante il corso dell'opera;
- nei casi previsti dall'articolo 1664, secondo comma del codice civile;
- per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano la realizzazione dell'opera.

Non sono considerati varianti gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio che siano contenuti:

- entro un importo del 10 per cento dell'ammontare complessivo dell'appalto per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro;
- entro un importo del 5 per cento dell'ammontare complessivo dell'appalto per tutti gli altri lavori.

Tali percentuali sono riferite alle variazioni delle categorie di lavoro dell'appalto rispetto all'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono ammesse variazioni dei lavori, finalizzate al miglioramento dell'opera, determinate da circostanze sopravvenute e che rientrino nel 5 per cento dell'importo originario del contratto; tali variazioni potranno essere realizzate soltanto qualora possano rientrare entro la somma complessiva stanziata per l'esecuzione dell'opera.

Nel caso di errori o di omissioni del progetto che comportino variazioni dei lavori con un importo superiore al quinto dell'importo originario del contratto, la stazione appaltante procederà alla risoluzione del contratto stesso.

La determinazione del quinto dell'importo originario dovrà essere calcolata sulla base dell'importo del contratto originario aumentato:

- dell'importo per atti di sottomissione per varianti già intervenute;
- dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio, riconosciuti all'appaltatore ai sensi dell'articolo 240 del D. Lgs. 163/06.

Nei casi elencati e previsti dalla normativa vigente, il direttore dei lavori dovrà predisporre la redazione di una perizia di variante da sottoporre all'approvazione della stazione appaltante.

La stazione appaltante, nei limiti di quanto previsto dalla normativa vigente per le opere pubbliche, si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto del contratto le opportune varianti finalizzate al miglioramento dell'opera.

L'appaltatore non può introdurre variazioni o addizioni al progetto che non siano disposte dal direttore dei lavori e preventivamente approvate dalla stazione appaltante, anche nel rispetto delle condizioni previste dall'articolo 37 della Legge regionale 27/03, secondo cui, le varianti in corso d'opera sono ammesse, oltre che nei casi previsti dalla legislazione statale, nei seguenti casi:

- a) modifiche conseguenti a variazioni della programmazione regionale o programmazione di altra amministrazione aggiudicatrice;
- b) prescrizioni imposte in corso d'opera dagli organi competenti in materia di sicurezza, di tutela della salute, dell'ambiente, dei beni storici, artistici e paesaggistici;
- c) modifiche finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sulla base delle seguenti condizioni:
  - 1) siano disposte nell'interesse dell'amministrazione aggiudicatrice;
  - 2) l'importo aggiuntivo non sia superiore al venti per cento dell'importo del contratto;

- 3) la maggiore spesa trovi copertura nell'ambito dell'importo del progetto finanziato;  
d) modifiche relative ad interventi di edilizia ospedaliera motivate da esigenze derivanti dalla necessità di adeguamento all'evoluzione tecnologica delle attrezzature sanitarie

#### **Art. 1.14 Eccezioni dell'appaltatore - Riserve**

Le eventuali contestazioni insorte su aspetti tecnici relativi all'esecuzione dei lavori vengono comunicate dal direttore dei lavori o dall'appaltatore al responsabile del procedimento che provvederà ad organizzare, entro quindici giorni dalla comunicazione, un contraddittorio per la verifica dei problemi sorti e per la definizione delle possibili soluzioni.

Nel caso le contestazioni dell'appaltatore siano relative a fatti specifici, il direttore dei lavori dovrà redigere un verbale in contraddittorio con l'appaltatore (o, in mancanza, alla presenza di due testimoni) relativo alle circostanze contestate; una copia del verbale verrà trasmessa all'appaltatore che dovrà presentare le sue osservazioni entro otto giorni dalla data di ricevimento, trascorso tale termine le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.

Il verbale e le osservazioni dell'appaltatore devono essere inviate al responsabile del procedimento.

Le contestazioni ed i conseguenti ordini di servizio dovranno essere annotati sul giornale dei lavori.

La decisione in merito alle contestazioni dell'appaltatore dovrà essere assunta dal responsabile del procedimento e comunicata all'appaltatore il quale dovrà uniformarvisi fatto salvo il diritto di iscrivere riserva sul registro di contabilità.

Nel caso di riserve dell'appaltatore in merito alle contestazioni non risolte o alla contabilizzazione dei lavori eseguiti, dovrà essere seguita la seguente procedura:

- l'appaltatore firma con riserva il registro di contabilità con riferimento al tipo di lavori contestati;
- entro i successivi quindici giorni l'appaltatore, a pena di decadenza, dovrà esplicitare le sue riserve sul registro di contabilità, definendo le ragioni della riserva, la richiesta dell'indennità e l'entità degli importi cui ritiene di aver diritto;
- il direttore dei lavori, con specifiche responsabilità, nei successivi quindici giorni dovrà esporre sul registro di contabilità le sue motivate deduzioni con un dettagliato resoconto di tutti gli elementi utili a definire i fatti e valutare le richieste economiche dell'appaltatore.

#### **Art. 1.15 Domicilio dell'appaltatore**

L'Appaltatore deve avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione lavori.

Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di appalto sono fatte dal Direttore dei lavori o dal Responsabile del Procedimento, ciascuno relativamente agli atti di propria competenza, a mani proprie dell'Appaltatore o di colui che lo rappresenta nella condotta dei lavori oppure devono essere effettuate presso il domicilio eletto ai sensi del primo comma del presente articolo.

L'elezione del domicilio dovrà avvenire in forma scritta da consegnarsi al Responsabile del Procedimento contestualmente alla sottoscrizione del verbale di cui all'articolo 71, comma 3, del DPR 554/99.

Ai sensi dell'art. 4 del Capitolato generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale, adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. n. 8 maggio 2007, n. 54 il domicilio legale su indicato, viene eletto e mantenuto per tutta la durata dell'appalto, fino a conclusione di qualsiasi eventuale controversia, e costituisce il luogo dove il Responsabile unico del Procedimento e la Direzione dei Lavori, in ogni tempo, potranno indirizzare ordini e notificare eventuali atti giudiziari.

**Art. 1.16 Cauzione definitiva**Cauzione definitiva

A garanzia degli obblighi tutti derivanti dal presente appalto, l'Appaltatore verserà alla Stazione Appaltante - alla firma del contratto o alla consegna dei lavori in caso di consegna sotto riserva di legge - il prescritto deposito cauzionale sotto forma di garanzia fideiussoria bancaria o polizza assicurativa pari al 10% dell'importo contrattuale al netto del ribasso d'asta, fatta salva la maggiore percentuale in relazione a quanto disposto dall'art. 30 della Legge regionale n. 27/03.

In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10%, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%. Ove il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento è di 2 punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

La cauzione definitiva, ai sensi degli articoli 41 e 42 della legge Regionale 7 novembre 2003, n., 27, sarà incrementata di ulteriori:

- cinque punti percentuali rispetto all'importo base, qualora l'appaltatore abbia subito condanne penali per contravvenzioni in materia di sicurezza nei tre anni antecedenti a quello relativo all'effettuazione dell'appalto;
- dieci punti qualora l'appaltatore abbia subito condanne penali per delitti nello stesso periodo in materia di sicurezza.
- cinque punti percentuali rispetto all'importo base, qualora l'appaltatore sia risultato inottemperante alle norme in materia di tutela dei lavoratori.

Rimane fermo che in caso di "gravi infrazioni" alle norme in materia di sicurezza e ogni altro obbligo derivante dai rapporti di lavoro si provvederà all'esclusione già in sede di gara.

La fideiussione bancaria o la polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la sua operatività entro quindici giorni dal ricevimento della semplice richiesta scritta senza alcun onere di documentazione o motivazione della richiesta medesima da parte della S.A., e la espressa rinuncia ad avvalersi dei termini di cui all'art. 1957 C.C..

La mancata presentazione della garanzia entro 5 giorni dalla richiesta scritta della Stazione Appaltante può comportare la revoca dell'aggiudicazione e l'incameramento della cauzione provvisoria, così come previsto dall'art. 113, comma 2, del D. Lgs. 163/2006.

Ai sensi dell'art 47, comma 2, del Capitolato Generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54 la cauzione definitiva di cui all'articolo 30, comma 2, della legge regionale 27/03, deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo, o comunque fino alla decorrenza di dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato, così come stabilito dall'articolo 101, comma 1, del DPR 21 dicembre 1999, n. 554.

La cauzione definitiva è progressivamente svincolata a decorrere dal raggiungimento di un importo dei lavori eseguiti, attestato mediante stati di avanzamento lavori o analogo documento, pari al 50% dell'importo contrattuale. Al raggiungimento dei lavori eseguiti di cui al precedente periodo, la cauzione è svincolata in ragione del 50% dell'ammontare garantito; successivamente si procede allo svincolo progressivo in ragione di un 5% dell'iniziale ammontare per ogni ulteriore 10% di importo dei lavori eseguiti. Lo svincolo, nei termini e per le entità anzidetti, è automatico, senza dunque necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore degli stati di avanzamento lavori o di analogo documento, in originale o copia autentica attestanti il raggiungimento delle predette percentuali di lavoro eseguito.

L'ammontare residuo, pari al 25% dell'iniziale importo garantito è svincolato secondo la normativa vigente.

Il deposito cauzionale resta vincolato fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o comunque sino a che non saranno decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori come risultante dal relativo certificato, qualora la Stazione Appaltante non abbia avviato le operazioni di collaudo, sempre che il mancato rilascio del certificato di collaudo o di regolare esecuzione non dipenda da fatto imputabile all'impresa.

#### Facoltà della Stazione Appaltante di disporre della cauzione

La cauzione viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni contrattuali e del risarcimento di danni derivanti dal mancato od inesatto adempimento delle obbligazioni stesse da parte dell'appaltatore, nonché a garanzia del rimborso delle somme che la Stazione Appaltante avesse eventualmente pagato in più durante l'appalto rispetto al credito dell'Appaltatore risultante dalla liquidazione finale, salva la risarcibilità del maggior danno e fatto salvo l'esperimento di ogni altra azione nel caso in cui risultasse insufficiente.

La Stazione Appaltante ha il diritto di valersi della cauzione anche per le spese inerenti i lavori da eseguirsi d'ufficio e/o per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori, e ciò anche in caso di rescissione d'ufficio del contratto.

La Stazione Appaltante ha il diritto di rivalersi sulla cauzione anche in ragione dell'avvenuta risoluzione del contratto disposta in danno dell'appaltatore. La Stazione Appaltante ha inoltre diritto di valersi della cauzione 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'Appaltatore ha l'obbligo di reintegrare nel termine di 15 giorni la cauzione nella misura in cui la Stazione Appaltante abbia eventualmente dovuto valersi, in tutto o in parte durante l'esecuzione del contratto; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'appaltatore in corso d'opera.

#### Requisiti dei fidejussori e firma delle polizze

Le garanzie bancarie devono essere prestate da istituti di credito o da banche di interesse nazionale accreditati all'esercizio dell'attività o da intermediari finanziari ed in possesso dei coefficienti di solvibilità determinati dalle rispettive autorità di vigilanza.

Le polizze fidejussorie dovranno essere rilasciate da primarie compagnie assicurative, e dovranno essere sottoscritte con firma autenticata dal notaio che attesti anche i poteri di chi firma.

#### Modalità di presentazione della cauzione in caso di concorrenti riuniti

In caso di riunione di concorrenti ai sensi dell'art. 34, comma 1 del D. Lgs. 163/2006, le garanzie fidejussorie sono costituite, su mandato irrevocabile, dall'impresa mandataria o capogruppo in nome e per conto di tutti i concorrenti con responsabilità solidale nel caso di cui all'art. 37, comma 5, del D. Lgs. 163/2006, e con responsabilità "pro quota" nel caso di cui all'articolo 37, comma 6, del D. Lgs. 163/2006.

Resta fermo quant'altro in vigore contenuto nell'art. 113 del D. Lgs 163/2006.

La cauzione predetta può essere ridotta, ai sensi dell'art. 30, comma 5, legge regionale n. 27/2003 del 50%, per le imprese in possesso di certificazione UNI EN ISO 9001:2000.

#### Ulteriore garanzia contrattuale

Ai sensi dell'art. 35 della L.R. 27/03 l'aggiudicatario è obbligato, all'atto della sottoscrizione del contratto, a costituire una garanzia fideiussoria il cui importo è pari alla differenza tra l'importo contrattuale dei lavori affidati e l'offerta economica proposta in sede di gara dal secondo classificato. La garanzia è svincolata automaticamente alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio

o del certificato di regolare esecuzione. All'avveramento delle cause interruttrive del contratto di cui al comma 1 dell'art. 35 della LR. 27/03, l'importo è incamerato dall'amministrazione aggiudicatrice solamente nel caso in cui sia stipulato il nuovo contratto per il completamento dei lavori con il concorrente secondo classificato, ed andrà a coprire la differenza tra l'offerta economica di questi e l'importo contrattuale dei lavori affidati all'originario appaltatore.

#### **Art. 1.17 Polizza di assicurazione per danni e responsabilità civile contro terzi**

L'Appaltatore è obbligato a stipulare una *polizza assicurativa* che tenga indenne l'Amministrazione da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azione di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una *garanzia di responsabilità civile* per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

#### **Art. 1.18 Polizza di assicurazione indennitaria decennale**

Per i lavori il cui importo superi gli ammontari stabiliti con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei Trasporti, l'Appaltatore (od il Concessionario) è inoltre obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del Certificato di collaudo provvisorio (o del Certificato di regolare esecuzione) o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori, una *polizza indennitaria decennale*, a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi <sup>(1)</sup>. Il limite di indennizzo della polizza non dovrà essere inferiore al 20 per cento del valore dell'opera realizzata con il limite massimo di 14 milioni di Euro.

L'Appaltatore sarà altresì obbligato a stipulare, per i lavori di cui al precedente punto, una polizza di assicurazione della responsabilità civile per danni cagionati a terzi, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e per la durata di dieci anni, con massimale non inferiore a 4 milioni di Euro.

La liquidazione della rata di saldo sarà subordinata all'accensione delle superiori polizze.

#### **Art. 1.19 Garanzie**

Salvo il disposto dell'art. 1669 del codice civile e le eventuali prescrizioni del presente capitolato per lavori particolari, l'appaltatore si impegna a garantire la stazione appaltante per la durata di un anno dalla data del verbale di collaudo o certificato di regolare esecuzione per i vizi e difetti, di qualsiasi grado e natura, che diminuiscono l'uso e l'efficienza dell'opera e che non si siano precedentemente manifestati.

Per lo stesso periodo l'appaltatore si obbliga a riparare tempestivamente tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti e nelle opere per difetto di materiali o per difetto di montaggio, restando a suo carico tutte le spese sostenute per le suddette riparazioni (fornitura dei materiali, installazioni, verifiche, mano d'opera, viaggi e trasferte del personale).

Per tutti i materiali e le apparecchiature alle quali le case produttrici forniranno garanzie superiori ad un anno, queste verranno trasferite alla stazione appaltante.

---

<sup>(1)</sup>La polizza dovrà contenere la previsione del pagamento in favore dell'Amministrazione a semplice richiesta, anche in pendenza dell'accertamento delle responsabilità e senza che occorran consensi ed autorizzazione di qualunque specie.

A garanzia dell'osservanza, da parte dell'appaltatore, dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori dovrà essere operata, sull'importo netto progressivo dei lavori, una ritenuta dello 0,50 per cento. Tali ritenute saranno svincolate in sede di liquidazione del conto finale e dopo l'approvazione del collaudo provvisorio, ove gli enti indicati non abbiano comunicato alla stazione appaltante eventuali inadempienze entro il termine di trenta giorni dal ricevimento della richiesta da parte del responsabile del procedimento.

#### **Art. 1.20 Indicazione del luogo dei pagamenti e delle persone che possono riscuotere**

Ai sensi dell'art. 5 del Capitolato Generale approvato adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54, la Stazione Appaltante effettuerà i pagamenti con le modalità e secondo le norme che regolano la contabilità generale dello Stato. L'Appaltatore dovrà designare la persona autorizzata a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme ricevute in conto o saldo anche per effetto di eventuali cessioni di credito preventivamente riconosciute dal Committente, nonché quanto prescritto dai successivi commi dell'art. 5 del citato Capitolato Generale.

L'Appaltatore produrrà gli atti di designazione delle persone autorizzate contestualmente alla firma del verbale di cui all'art. 71, comma 3 del DPR 554/99.

#### **Art. 1.21 Subappalto**

Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità.

L'Appaltatore resterà in ogni caso, nei confronti della Stazione Appaltante, responsabile dei lavori subappaltati, in solido con il subappaltatore.

Ai sensi dell'art. 38 della L.R. 27/03, fatte salve le disposizioni in materia di subappalto di cui alla legge 19 marzo 1990, n. 55 "Nuove disposizioni per la prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale.", la percentuale di lavori della categoria prevalente subappaltabile è stabilita nella misura del cinquanta per cento dell'importo della categoria.

L'appaltatore deve trasmettere alla stazione appaltante, entro venti giorni dalla data di ciascun pagamento a suo favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti a sua volta corrisposti al subappaltatore o cottimista, con l'indicazione delle ritenute di garanzia. Nel caso di mancata trasmissione delle fatture quietanzate, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'appaltatore. Tuttavia l'affidamento delle opere in subappalto è sottoposto alle seguenti condizioni:

- che l'Appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo, come previsto nel bando e nel disciplinare di gara;
- che l'Appaltatore, all'atto della richiesta di autorizzazione al subappalto o cottimo, indichi con chiarezza i lavori oggetto della richiesta ed il loro ammontare, valutato ai prezzi di aggiudicazione;
- che l'Appaltatore provveda, entro il termine di venti giorni prima della data di inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni, al deposito del contratto di subappalto presso il soggetto appaltante;
- che, al momento della richiesta presso il soggetto appaltante del contratto di subappalto, l'Appaltatore stesso trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti previsti dalla vigente normativa in materia di qualificazione delle imprese, salvo i casi in cui, secondo la legislazione vigente, è sufficiente per eseguire i lavori pubblici l'iscrizione alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura;
- che non sussista, nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 10 della legge 31 maggio 1965, n. 573 e successive modificazioni.

L'appaltatore è tenuto a presentare alla Stazione Appaltante apposita istanza scritta con allegata la documentazione di cui ai sopra citati punti. Dalla data di ricevimento della citata istanza decorre il termine di trenta giorni entro il quale la Stazione Appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto. Tale termine può essere prorogato una sola volta per giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.

Il subappalto è disciplinato dalle vigenti disposizioni in materia.

Per i subappalti o cottimi superiori ad Euro 154.937,07 dovrà essere preventivamente acquisita l'informazione del prefetto prevista dall'art. 10 del D.P.R. n. 252/98.

A tal fine l'appaltatore dovrà trasmettere alla Stazione appaltante copia del certificato d'iscrizione dell'impresa presso la C.C.I.A. corredato dall'apposita dicitura Antimafia ed eventualmente integrato conformemente alla disposizione del medesimo art.10 del D.P.R. 252/98.

Ai sensi del comma 12 dell'art. 18 della Legge 55/90 è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quale le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 ECU e qualora l'incidenza del costo della mano d'opera e del personale sia superiore al 50 per cento del contratto da affidare.

I contratti di subappalto o di cottimo, stipulati in forma pubblica o registrati, devono fare chiaro ed unico riferimento ai prezzi aggiudicati, devono essere affidati con ribassi non superiori al 20% rispetto a detti prezzi e devono essere trasmessi, dopo la regolarizzazione, in copia autentica alla Stazione Appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni.

È fatto obbligo all'Appaltatore di trasmettere entro venti giorni dalla data di ciascun pagamento degli stati di avanzamento lavori, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso effettuati ai subappaltatori e/o cottimisti, con le indicazioni delle ritenute di garanzia effettuate.

Prima dell'effettivo inizio dei lavori oggetto di subappalto o di cottimo l'Appaltatore dovrà far pervenire alla Stazione Appaltante stesso, la documentazione della avvenuta denuncia da parte del subappaltatore agli Enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assistenziali, assicurativi ed infortunistici. L'Appaltatore dovrà produrre periodicamente la documentazione in copia con dichiarazione comprovante la regolarità dei versamenti agli enti suddetti.

L'Appaltatore è responsabile in solido dell'osservanza delle norme riguardanti i CCNL ed i contratti collettivi territoriali in vigore per il settore e la zona nella quale si svolgono i lavori da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

È facoltà della Stazione Appaltante di corrispondere direttamente all'impresa subappaltatrice i pagamenti a questa dovuti nel caso non provveda l'Appaltatore.

L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere al fine di rendere gli specifici piani per la sicurezza fisica dei lavoratori redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'Appaltatore.

E' fatto obbligo all'impresa di comunicare alla Stazione Appaltante per tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

L'Appaltatore è tenuto a trasmettere entro 15 giorni, con lettera raccomandata alla Stazione Appaltante, ogni modificazione intervenuta nei propri assetti societari, nella struttura di impresa e negli organismi tecnici ed amministrativi, fornendo, ove necessario, la documentazione per la verifica presso la Prefettura del sussistere dei requisiti della Legge 31/5/1965 n. 575 e successive modificazioni.

L'obbligo di cui al comma precedente sussiste anche per il caso di analoghe modificazioni intervenute nell'assetto dei Subappaltatori.

Nel caso di subappalto l'impresa aggiudicataria dei lavori resterà, comunque, ugualmente la sola ed unica responsabile della esecuzione dei lavori appaltati nei confronti dell'Amministrazione.

Qualora durante l'esecuzione, l'Amministrazione dovesse risultare insoddisfatta del modo di esecuzione dei lavori, potrà, a suo insindacabile giudizio ed in qualsiasi momento, procedere alla revoca dell'autorizzazione con il conseguente annullamento del subappalto, senza che l'Appaltatore possa avanzare pretese di risarcimenti o proroghe per l'esecuzione dei lavori.

L'impresa, al ricevimento di tale comunicazione di revoca, dovrà procedere immediatamente all'allontanamento del subappaltatore e/o del cottimista.

#### Obblighi in ordine ai subaffidamenti.

Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità. È vietata, inoltre, l'associazione in partecipazione nonché qualsiasi modificazione alla composizione delle associazioni temporanee e dei consorzi di cui all'art. 34 del D. Lgs. 163/2006 rispetto a quella risultante dall'impegno presentato in sede di offerta. L'inosservanza dei divieti comporterà l'annullamento dell'aggiudicazione o la nullità del contratto, nonché l'esclusione dei concorrenti riuniti in associazione o consorzio concomitanti o successivi alle procedure di affidamento.

L'esecuzione delle opere e dei lavori affidati in subappalto non potrà formare oggetto di ulteriore subappalto, fatta salva la posa in opera di strutture e di impianti ed opere speciali di cui all'art.72, comma 4, lett.c), d) ed l) del DPR 554/99 (art.141, 2° comma); in tali casi il fornitore o subappaltatore, per la posa in opera o per il montaggio, potrà avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui al n. 4, comma 2, art. 118 del d. lgs. 163/2006.

È vietato, ancora, all'Appaltatore, a norma del d. lgs. 10 settembre 2003, n. 276 di affidare in appalto ed in subappalto od in qualsiasi altra forma, anche a società cooperative, l'esecuzione di mere prestazioni di lavoro mediante impiego di mano d'opera assunta e retribuita dall'Appaltatore o dall'intermediario, qualunque sia la natura dell'opera o del servizio cui le prestazioni si riferiscono. È altresì vietato di affidare ad intermediari, siano questi dipendenti, terzi o società anche se cooperative, lavori da eseguirsi a cottimo da prestatori di opere assunti e retribuiti da tali intermediari.

È vietata infine qualunque cessione di credito e qualunque procura che non siano riconosciute dall'Amministrazione.

#### **Art. 1.22 Osservanza delle disposizioni normative e retributive dei contratti collettivi di lavoro – Contributi ed aliquote da versare alla cassa edile di mutualità ed assistenza**

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 41 della Legge Regionale n. 27/03, nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore è tenuto ad osservare, integralmente, il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi, nazionale e territoriale, in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori.

L'Appaltatore si obbliga, altresì, ad applicare il contratto o gli accordi medesimi, anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione, e, nel caso di cooperative, anche nei rapporti con soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore, anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o se receda da esse, e ciò indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura, dalla dimensione dell'Appaltatore stesso e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'Appaltatore è responsabile in solido, nei confronti del Committente, dell'osservanza delle norme anzidette anche da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia stato autorizzato, non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti del Committente.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla Stazione Appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Appaltatore e se del caso anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento a saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti siano stati integralmente adempiuti e costituisce onere dell'Impresa produrre la documentazione relativa all'avvenuto accertamento da parte dell'Ispettorato del Lavoro.

Per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento dei danni.

L'Appaltatore è inoltre obbligato al versamento all'INAIL, nonché, ove tenuto, alle Casse Edili, agli Enti Scuola (previsti dagli artt. 61 e 62 del contratto nazionale per gli addetti alle industrie edili stipulato il 24.7.1959 trasferito in legge con D.P.R. n. 1032 del 14.7.1960), agli altri Enti Previdenziali ed Assistenziali cui risulti iscritto dei contributi stabiliti per fini mutualistici e per la scuola professionale.

L'Appaltatore è, inoltre, obbligato al pagamento delle competenze spettanti agli operai per ferie, gratifiche, ecc. in conformità alle clausole contenute nei patti nazionali e provinciali sulle Casse Edili.

In caso di inadempimento da parte dell'Appaltatore, il Responsabile del Procedimento adotterà le misure previste dall'art. 9 del Capitolato generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54.

L'Appaltatore e, per suo tramite, le Imprese subappaltatrici, dovranno presentare alla Stazione Appaltante, prima dell'emissione di ogni singolo stato avanzamento lavori, e comunque ogni trimestre, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici, previsti dalla contrattazione collettiva.

In caso di inottemperanza agli obblighi di cui sopra accertata dalla Stazione Appaltante o ad essa segnalata dalle Casse Edili o dall'I.N.A.I.L., o di altri Enti, si applicherà la detrazione prevista nella circolare LL.PP. n. 1643 del 22.6.1967 (20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati) fino all'adempimento degli obblighi stessi.

Rimane, inoltre, facoltà della Stazione Appaltante, nel caso di inottemperanza agli obblighi di cui sopra, operare una trattenuta sulla garanzia fideiussoria costituita dall'Appaltatore ai sensi dell'art. 113 del D. Lgs. 163/2006.

## **Art. 1.23      Consegna dei lavori**

### Consegna delle attività contrattuali

La consegna delle attività contrattuali dovrà avvenire entro 45 (quarantacinque) giorni naturali e consecutivi dalla data di stipula del contratto d'appalto, con le modalità prescritte dagli artt. 129, 130 e 131 del DPR 554/99.

Nel giorno e nell'ora fissati dal Committente, l'Appaltatore dovrà trovarsi sul posto indicato per ricevere la consegna dei lavori, che sarà certificata mediante formale verbale redatto in contraddittorio ai sensi dell'art.130 del DPR 554/99.

Qualora l'Appaltatore non si presenti nel giorno stabilito a ricevere la consegna dei lavori, gli verrà assegnato un termine perentorio, trascorso inutilmente il quale, la Stazione Appaltante avrà diritto di

non stipulare o di risolvere il contratto trattenendo definitivamente, la cauzione provvisoria o definitiva versata dall'Appaltatore stesso, a seconda che la mancata consegna avvenga prima o dopo la stipulazione del contratto, salvo in ogni caso il diritto del Committente al risarcimento degli eventuali maggiori danni..

Qualora la consegna non avvenga per fatto della Stazione Appaltante, si applicheranno le vigenti norme in materia.

#### Consegna dei lavori e concreto inizio

L'Appaltatore è obbligato a dare effettivo inizio ai lavori appaltati entro 15 giorni dalla consegna dei lavori ed a proseguirli senza interruzione.

A seguito della consegna delle aree l'Appaltatore procederà alla installazione del cantiere, alla predisposizione della segnaletica di legge ed all'approntamento delle attrezzature. Le suddette procedure dovranno essere eseguite secondo le indicazioni della D.L. senza interferenza logistica con le attività facenti parte del programma lavori.

L'Appaltatore è tenuto inoltre a trasmettere alla Stazione Appaltante – prima dell'inizio delle lavorazioni - la documentazione comprovante la avvenuta denuncia di inizio attività agli Enti previdenziali (inclusa la Cassa Edile), assistenziali, assicurativi ed infortunistici.

Lo stesso obbligo fa carico all'Appaltatore per quanto concerne la trasmissione della documentazione di cui sopra relativa alle proprie imprese subappaltatrici, che dovrà avvenire prima dell'effettivo inizio dei lavori e comunque non oltre dieci giorni dalla data dell'autorizzazione, da parte della Stazione Appaltante, del subappalto o cottimo.

#### Consegna in via di urgenza delle attività contrattuali.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di procedere alla consegna delle attività con procedura d'urgenza e prima della stipulazione del contratto, ai sensi dell'art. 129 comma 4° del DPR 554/99. In tal caso, la consegna viene effettuata dal Direttore dei Lavori, su autorizzazione del Responsabile del Procedimento, previa presentazione dei seguenti documenti:

- Cauzione definitiva sotto forma di Fideiussione bancaria o polizza assicurativa;
- Polizza "CAR" ;
- Polizza RCVT, contro gli infortuni ;
- Polizza per la fase progettuale;
- Piano Operativo di Sicurezza delle eventuali proprie Imprese Subappaltatrici/Fornitrici;
- Contenuto e tipologie della cartellonistica di cantiere.

La mancata presentazione della cauzione definitiva entro quindici giorni dalla data di ricevimento della richiesta può comportare la revoca dell'aggiudicazione e l'incameramento della cauzione provvisoria.

#### **Art. 1.24      Impianto di cantiere e programma dei lavori**

L'appaltatore dovrà provvedere entro ..... giorni dalla data di consegna all'impianto del cantiere che dovrà essere allestito nei tempi previsti dal programma esecutivo dei lavori redatto dallo stesso appaltatore.

In mancanza di tale programma esecutivo l'appaltatore sarà tenuto ad eseguire le varie fasi di lavoro secondo l'ordine temporale stabilito dal cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e secondo le

eventuali integrazioni disposte dal direttore dei lavori senza che ciò costituisca motivo per richiedere proroghe, risarcimenti o indennizzi.

In presenza di particolari esigenze la stazione appaltante si riserva, comunque, la facoltà di apportare modifiche non sostanziali al cronoprogramma predisposto dal progettista delle opere.

#### **Art. 1.25 Direzione del cantiere personale dell'appaltatore – Controllo del personale impiegato**

L'Appaltatore dovrà nominare:

- il Direttore Tecnico del Cantiere che dovrà essere un tecnico professionalmente abilitato ed iscritto all'Albo professionale di appartenenza, tale persona dovrà, inoltre, possedere adeguata esperienza professionale nello specifico settore della conduzione di cantieri edili di analoghe caratteristiche, esperienza che deve essere documentata con "curriculum vitae" e titoli di studio. Per tale persona il Responsabile del procedimento, se necessario e a suo insindacabile giudizio, potrà esigere l'allontanamento e la sostituzione con un congruo termine di preavviso.

Al Direttore di cantiere competono tutte le responsabilità della legge e della pratica di lavori riferiti a questo ruolo e derivanti, in particolare, dalla conduzione tecnica, antinfortunistica ed amministrativa dei lavori dell'Appaltatore .

- un numero adeguato di Capi Cantiere responsabili della esecuzione delle lavorazioni sia diurne che notturne;
- le persone qualificate ad assistere alla misurazione dei lavori ed a ricevere gli ordini della Direzione dei lavori.
- il responsabile del servizio di prevenzione e protezione dai rischi.

L'Appaltatore, all'atto della consegna dei lavori, dovrà comunicare per iscritto alla Stazione Appaltante - il nominativo delle persone di cui sopra e dovrà altresì esibire il documento originale attestante le deleghe e le responsabilità ai medesimi conferite.

Il Responsabile unico del procedimento per l'esecuzione, può - a suo insindacabile giudizio - rifiutare la designazione fatta.

Il Direttore di cantiere ed il Capo cantiere designato dall'Appaltatore, dovranno comunicare per iscritto l'accettazione dell'incarico conferitogli, specificando esplicitamente di essere a conoscenza degli obblighi a loro derivanti dal presente Capitolato e dalla legge.

Il Direttore di cantiere dovrà, nella dichiarazione, accettare espressamente la responsabilità per infortuni, essendo egli tenuto a garantire il rispetto della piena applicazione del Piano di sicurezza del cantiere da parte di tutte le imprese, comprese quelle subappaltatrici, impegnate nella esecuzione dei lavori.

Il Direttore di cantiere dovrà in particolare specificare di essere a conoscenza degli obblighi derivantigli dal presente Capitolato e dalla legge.

Il Direttore di cantiere o il Capo cantiere debbono essere reperibili, in qualunque momento, e per tutta la durata dei lavori, in modo che nessuna operazione possa essere ritardata per effetto della loro assenza.

Il Direttore dei lavori, si riserva la facoltà di ordinare l'immediata sospensione dei lavori qualora, nel corso degli stessi venga constatata l'assenza contemporanea del Direttore di cantiere e del Capo cantiere o dei loro sostituti.

In tal caso non verrà riconosciuto all'Appaltatore alcun indennizzo per eventuali perdite economiche né ancora sarà riconosciuto alcun spostamento dei termini di consegna.

Resta inteso che la ripresa dei lavori avverrà automaticamente non appena accertata la presenza di uno dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Ogni comunicazione inviata al Direttore del cantiere avrà la stessa efficacia di quelle inviate all'Appaltatore.

La sostituzione del Direttore del cantiere o del Capo cantiere da parte dell'Appaltatore, potrà aver luogo solamente dietro assenso del Responsabile del procedimento sul nome dei loro sostituti.

L'Appaltatore è tenuto ad esporre giornalmente nel cantiere l'elenco completo del personale dipendente impiegato nei lavori in atto, nonché analoghi elenchi per il personale impiegato dalle Ditte subappaltatrici o dai cottimisti.

Nel caso di appalti per i quali sia prevista l'installazione di uno o più cantieri fissi, l'Appaltatore è tenuto a presentare giornalmente alla Direzione Lavori l'elenco completo del personale dipendente impiegato nei vari cantieri d'intervento, nonché analoghi elenchi per il personale impiegato dalle Ditte subappaltatrici. Tali elenchi, sottoscritti dal Direttore di Cantiere o dall'Assistente di Cantiere, dovranno specificare per ciascun dipendente:

- generalità complete;
- qualifica professionale;
- estremi iscrizione ai libri paga dell'Appaltatore o della Ditta subappaltatrice.

Il personale impiegato nel cantiere è tenuto a provare la propria identità. A tal fine l'Appaltatore assume l'obbligo di fornire i propri dipendenti, aventi accesso al cantiere, di un apposito documento di identificazione munito di fotografia dal quale risulti che la persona titolare del documento lavora alle proprie dipendenze.

Qualora l'Appaltatore fosse autorizzato a dare subappalti o cottimi concernenti parte dei lavori, l'Appaltatore stesso è tenuto a far assumere all'Impresa Subappaltatrice l'obbligo di fornire i propri dipendenti, aventi accesso al cantiere, dell'apposito documento di identificazione.

Il documento dovrà essere munito di fotografia del titolare e attestare che lo stesso è alle dipendenze del Subappaltatore.

Il documento di identificazione dovrà essere sempre in possesso dell'addetto ai lavori ed essere esibito, a richiesta, al rappresentante della Stazione Appaltante (Direttore dei Lavori e/o altro funzionario che svolga funzioni di controllo).

Se, a seguito di controllo, risulterà che uno o più addetti ai lavori siano sprovvisti del documento di cui ai commi precedenti, ne verranno prese le generalità degli stessi e verranno notificate all'Appaltatore (anche nel caso che gli addetti ai lavori siano alle dipendenze del Subappaltatore) il quale dovrà presentare i documenti non esibiti all'atto del controllo alla Direzione dei Lavori entro il secondo giorno lavorativo successivo.

Ai sensi dell'art. 7 del Capitolato Generale della Regione Veneto, l'appaltatore dovrà osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori ed in particolare le disposizioni di cui all'articolo 41 della legge regionale 27/03.

A garanzia di tale osservanza, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento. Dell'emissione di ogni certificato di pagamento e fino all'attivazione del sistema di certificazione sulla base del documento unico di cui all'articolo 30, comma 2 della legge regionale 27/03, il Responsabile unico del procedimento provvede a dare comunicazione per iscritto, con avviso di ricevimento, agli Enti previdenziali e assicurativi, compresa la Cassa Edile, ove richiesto dalla natura dei lavori.

Il pagamento dei corrispettivi a titolo di acconto e di saldo da parte della stazione appaltante per le prestazioni oggetto del contratto è subordinato all'acquisizione della dichiarazione di regolarità contributiva, rilasciata dagli Enti competenti, ivi comprese le Casse Edili di riferimento, entro 30 giorni dalla richiesta. Decorso inutilmente il predetto termine la regolarità si intende accertata. La dichiarazione acquisita produce i suoi effetti ai fini dell'acconto successivo.

Qualora, su istanza degli Enti o della Cassa Edile competenti, o degli stessi lavoratori, ovvero delle organizzazioni sindacali, siano accertate irregolarità retributive e/o contributive da parte dell'impresa appaltatrice o subappaltatrice relativamente al lavoro in appalto, la stazione appaltante provvede al pagamento diretto delle somme corrispondenti, utilizzando le ritenute di cui al comma 2, nonché gli importi dovuti all'impresa a titolo di pagamento dei lavori eseguiti e, ove occorra, anche incamerando la cauzione definitiva.

Le ritenute di cui al comma 2 possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione del conto finale, dopo l'approvazione del collaudo provvisorio, ove gli Enti suddetti non abbiano comunicato alla stazione appaltante eventuali inadempienze entro il termine di trenta giorni dal ricevimento della richiesta del responsabile unico del procedimento.

#### **Art. 1.26      Direzione dei lavori**

La stazione appaltante, prima della gara provvederà, secondo quanto fissato dalla normativa vigente, all'istituzione di un ufficio di direzione dei lavori costituito da un direttore dei lavori e da eventuali assistenti con funzioni di direttori operativi o di ispettori di cantiere.

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

Sono competenze del direttore dei lavori:

- l'accettazione dei materiali e il controllo quantitativo e qualitativo dei lavori eseguiti;
- la verifica della documentazione prevista dalla normativa vigente in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;
- la verifica del programma di manutenzione;
- la predisposizione dei documenti contabili;
- la redazione dei verbali, ordini di servizio e atti di trasmissione all'appaltatore;
- verifica del corretto andamento complessivo dei lavori e del rispetto del cronoprogramma dei lavori;
- assistenza alle operazioni di collaudo;
- effettuazione di eventuali prove di cantiere sui materiali o sulle opere realizzate.

In conformità con quanto previsto dagli articoli 125 e 126 del D.P.R. 554/99, il direttore dei lavori provvederà all'assegnazione dei rispettivi compiti ai direttori operativi e ispettori di cantiere eventualmente assegnati all'ufficio di direzione dei lavori.

Il direttore dei lavori impartirà le necessarie disposizioni a mezzo di ordini di servizio da redigere in duplice originale e da comunicare all'appaltatore che sarà tenuto a restituirne una copia debitamente sottoscritta per ricevuta.

#### **Art. 1.27      Sospensione e ripresa dei lavori**

In accordo con quanto fissato dalle clausole contrattuali e qualora cause di forza maggiore, condizioni climatiche od altre simili circostanze speciali impedissero in via temporanea il procedere dei lavori, il direttore dei lavori potrà ordinare la sospensione dei lavori disponendone la ripresa quando siano cessate le ragioni che determinarono la sospensione.

I motivi e le condizioni che hanno determinato la sospensione dei lavori dovranno essere riportati su un verbale redatto dal direttore dei lavori, sottoscritto dall'appaltatore e che dovrà essere inoltrato al responsabile del procedimento entro cinque giorni dalla data della sua compilazione.

Non appena siano venute a cessare le condizioni che hanno determinato la sospensione dei lavori, il direttore dei lavori dispone l'immediata ripresa degli stessi procedendo, in contraddittorio con l'appaltatore, alla redazione di un verbale di ripresa che dovrà essere inoltrato al responsabile del procedimento entro cinque giorni dalla data della sua compilazione.

Per la sospensione disposta nei casi, modi e termini indicati dal primo comma del presente articolo, non spetterà all'appaltatore alcun compenso aggiuntivo.

Per tutta la durata della sospensione dei lavori il tempo trascorso sarà sospeso ai fini del calcolo dei termini fissati nel contratto per l'ultimazione dei lavori.

Qualora la sospensione o le sospensioni, se più di una, avessero una durata complessiva superiore ad un quarto del tempo totale contrattualmente previsto per l'esecuzione dei lavori o quando superino i sei mesi complessivi, l'appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità.

#### **Art. 1.28      Certificato di ultimazione dei lavori**

Non appena avvenuta l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore darà comunicazione formale al direttore dei lavori che, previo adeguato preavviso, procederà entro quindici giorni dalla ricezione della comunicazione della avvenuta ultimazione dei lavori alle necessarie operazioni di verifica dei lavori eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore redigendo il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare.

Le modalità di compilazione e le disposizioni relative al certificato di ultimazione dei lavori dovranno essere analoghe a quelle prescritte per il verbale di consegna dei lavori.

Nel caso di lavorazioni di piccola entità, che non pregiudichino la funzionalità delle opere, non ancora completate dall'appaltatore, il certificato di ultimazione dei lavori assegnerà a quest'ultimo un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per l'esecuzione delle necessarie modifiche o sistemazione delle opere stesse; trascorso inutilmente questo termine il certificato di ultimazione dei lavori redatto sarà privo di efficacia e si dovrà procedere alla predisposizione di un nuovo certificato di ultimazione dei lavori che potrà essere redatto soltanto dopo l'effettiva esecuzione degli interventi richiesti.

#### **Art. 1.29      Termine di ultimazione dei lavori e penale**

Il tempo utile totale per dare ultimati tutte le prestazioni oggetto del presente appalto è quello indicato nel cronoprogramma dei lavori ed è pari a .....( Diconsi ..... ) giorni naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Nella determinazione dei tempi di esecuzione si è tenuto conto che le lavorazioni dovranno avvenire su n. 1 (uno) turni giornalieri.

I lavori dovranno essere condotti ininterrottamente nei giorni feriali, con impiego di mano d'opera e mezzi tali da assicurare il rispetto dei Programmi Lavori allegati ai documenti d'appalto, ovvero, in alternativa, nel rispetto più assoluto del Programma Lavori Esecutivo, sottoposto dall'Appaltatore al D.L. dopo l'aggiudicazione, e da quest'ultimo approvati, anche con eventuali modifiche e prescrizioni.

Per le eventuali sospensioni dei lavori si applicheranno le disposizioni contenute negli articoli 24 e 25 del Capitolato generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54; per le eventuali proroghe si applicheranno quelle contenute nel successivo art. 26.

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dall'Appaltatore comunicata per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio con le modalità dell'art. 172 del DPR 554/99.

Scaduti infruttuosamente i termini utili di ultimazione dei lavori di cui sopra, l'Appaltatore incorrerà nelle penali di seguito indicate, fatta salva ogni riserva per le eventuali maggiori indennità a favore della Stazione Appaltante qualora i danni causati dagli stessi ritardi, per qualsiasi titolo, risultassero superiori all'ammontare complessivo della penale stessa.

a) Penale per ritardi

Per ogni giorno di ritardo nel compimento di tutti i lavori l'Appaltatore incorrerà nella penale dell'1,0 ‰ (uno per mille) del complessivo ammontare netto contrattuale.

Tali penali, cumulabili, verranno trattenute direttamente sul corrispettivo dovuto per lavori e verranno applicate le norme contenute nell'art.117 del DPR 554/99.

L'importo complessivo della penale non potrà superare il 10% dell'ammontare netto contrattuale; qualora tale limite venisse superato, si darà corso alla procedura di risoluzione del contratto previsto dall'articolo 136 del d. lgs. 163/2006 sulla base di quanto disposto dall'art. 117 comma 4 del DPR 554/99.

Con riferimento all'art. 1662 del Codice Civile si stabilisce che nel caso in cui - per negligenza dell'Appaltatore accertata dal D.L. - lo sviluppo esecutivo dei lavori non fosse tale da assicurare il compimento nel tempo prefissato dal presente contratto, e che non sia stato dato corso ai lavori ordinati dal D.L. anche dopo assegnazione di un termine perentorio commisurato all'urgenza dei lavori stessi, la Stazione Appaltante ha diritto di procedere direttamente alla loro esecuzione avvalendosi della facoltà concessa dall'art. 140 del D. Lgs. 163/2006.

### **Art. 1.30 Ripristino dei luoghi alla data di ultimazione**

All'atto della redazione del verbale di ultimazione lavori, tutta la zona interessata dai lavori stessi dovrà risultare completamente libera, sgomberata dalle terre, dal materiale e dagli impianti di cantiere nonché completamente ripristinata e perfettamente pulita. La corretta esecuzione dei ripristini è approvata con specifico atto del Direttore dei Lavori.

### **Art. 1.31 Proroghe**

L'appaltatore, qualora per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori entro il termine contrattualmente fissato, potrà chiedere una proroga.

La richiesta dovrà essere formulata con congruo anticipo rispetto alla scadenza stabilita e tale richiesta, in ogni caso, non pregiudica i diritti dell'appaltatore per l'eventuale imputabilità della maggior durata a fatto della stazione appaltante.

La risposta in merito all'istanza di proroga è resa dal responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori, entro trenta giorni dal suo ricevimento.

### **Art. 1.32 Danni di forza maggiore**

Saranno considerati danni di forza maggiore quelli provocati alle opere da eventi imprevedibili o eccezionali e per i quali l'appaltatore non abbia trascurato le ordinarie precauzioni.

L'appaltatore è tenuto a prendere tempestivamente tutte le misure preventive atte ad evitare tali danni o provvedere alla loro immediata eliminazione.

Nessun compenso o indennizzo sarà dovuto all'appaltatore quando a determinare il danno abbia concorso la colpa o la negligenza dell'appaltatore stesso o dei suoi dipendenti.

Nel caso di danni causati da forza maggiore, l'appaltatore dovrà denunciare al direttore dei lavori, entro tre giorni dal verificarsi dell'evento, il fatto a pena di decadenza dal diritto di risarcimento. Il direttore dei lavori, appena ricevuta la denuncia, dovrà redigere un verbale di accertamento che riporti:

- lo stato dei luoghi e delle cose prima e dopo il danno subito;
- le cause dei danni specificando l'eventuale causa di forza maggiore;
- le azioni e misure eventualmente prese preventivamente dall'appaltatore o la conseguente negligenza dello stesso con l'indicazione del soggetto direttamente responsabile;
- lo stato di effettiva osservanza delle precauzioni di carattere generale e delle eventuali prescrizioni del direttore dei lavori.

Dopo il verificarsi di danni di forza maggiore, l'appaltatore non potrà sospendere o rallentare autonomamente l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato, su precise istruzioni del direttore dei lavori, fino all'esecuzione dell'accertamento dei fatti.

L'indennizzo per quanto riguarda i danni alle opere, è limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione valutati ai prezzi ed alle condizioni stabiliti dal contratto principale d'appalto.

### **Art. 1.33 Contabilità dei lavori**

I documenti amministrativi e contabili per l'accertamento dei lavori e delle somministrazioni in appalto sono:

- a) il giornale dei lavori;
- b) i libretti di misura delle lavorazioni e delle provviste;
- c) le liste settimanali;
- d) il registro di contabilità;
- e) il sommario del registro di contabilità;
- f) gli stati di avanzamento dei lavori;
- g) i certificati per il pagamento delle rate di acconto;
- h) il conto finale e la relativa relazione.

I libretti delle misure, il registro di contabilità, gli stati di avanzamento dei lavori e il conto finale dovranno essere firmati dal direttore dei lavori. I libretti delle misure, le liste settimanali, il registro di contabilità e il conto finale sono firmati dall'appaltatore o da un suo rappresentante formalmente delegato. I certificati di pagamento e la relazione sul conto finale sono firmati dal responsabile del procedimento.

La tenuta di tali documenti dovrà avvenire secondo le disposizioni vigenti all'atto dell'aggiudicazione dell'appalto.

Il registro di contabilità è vidimato, prima dell'effettuazione delle iscrizioni contabili, dal responsabile del procedimento e dall'appaltatore senza necessità di ulteriori obblighi formali.

### **Art. 1.34 Contabilizzazione**

Tutti i lavori e le forniture previsti nel presente appalto debbono essere accertati in contraddittorio tra la Direzione dei Lavori e l'Appaltatore e contabilizzati secondo le modalità di legge. L'Appaltatore, prima della formulazione dell'offerta, ha l'obbligo di controllare le voci e le quantità riportate nelle stime delle opere a corpo allegata ai documenti di gara, attraverso l'esame degli elaborati progettuali.

L'Appaltatore sulla base del risultato di tale verifica, formulerà l'offerta tenendo conto che i prezzi a corpo compensano anche gli eventuali errori di quantità su singole voci delle stime facenti parte del progetto esecutivo che si dovessero riscontrare in fase di realizzazione dei lavori. Pertanto, nessuna pretesa può avanzare l'Appaltatore in corso d'opera nel caso non trovasse completo e preciso riscontro tra le quantità previste in progetto esecutivo e le opere realmente realizzate. Le spese di misurazione sia per i lavori a misura che per quelli a corpo sono a carico dell'Appaltatore che, a richiesta, deve fornire gli strumenti o i mezzi di misura di qualunque specie e la mano d'opera necessari.

Per quanto non previsto nella presente norma e nel contratto si applicano gli artt. 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174 e 175 del DPR 554/99.

### **Art. 1.35 Conto finale**

Il conto finale dei lavori oggetto dell'appalto dovrà essere compilato dal direttore dei lavori, insieme alla sua specifica relazione, entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori e trasmesso al responsabile del procedimento che dovrà invitare l'appaltatore a sottoscriverlo entro il termine di trenta giorni.

Qualora l'appaltatore non firmi il conto finale o non confermi le riserve già iscritte nel registro di contabilità, il conto finale dovrà essere considerato come da lui definitivamente accettato.

### **Art. 1.36 Prezzi di elenco – Revisione – Prezzo chiuso**

#### **GENERALITÀ**

Il prezzo globale in base al quale, sotto deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati risulta dall'offerta allegata al contratto. Esso comprende, oltre alle spese generali, agli utili d'impresa ed alle somme destinate alla sicurezza:

- a) Per i materiali:** ogni spesa per la fornitura, trasporti, imposte, cali, perdite, sfridi, ecc. nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego, a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro.
- b) Per gli operai e mezzi d'opera:** ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, nonché quote per assicurazioni sociali, per infortuni ed accessori di ogni specie.
- c) Per i noli:** ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera, pronti al loro uso.
- d) Per i lavori:** tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa e quanto altro occorre, a norma dell'art. 11 del Capitolato generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54, 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 richiamati.

Il prezzo medesimo, diminuito del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato, s'intende accettato dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e quindi invariabile durante tutto il periodo dei lavori ed indipendente da qualsiasi volontà.

#### Revisione dei prezzi.

L'Appaltatore ha l'obbligo di condurre a termine i lavori in appalto anche se in corso di esecuzione dovessero intervenire variazioni di tutte o parte delle componenti dei costi di costruzione.

#### Prezzo chiuso.

Per i lavori di cui al presente contratto non è ammesso procedere alla revisione dei prezzi e non si applica il primo comma dell'art. 1664 del codice civile. Per gli stessi lavori si applica il prezzo chiuso consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale da

applicarsi, nei casi di cui all'art. 133, c.3 del D. Lgs. 163/2006, all'importo dei lavori da eseguirsi per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.

### **Art. 1.37 Pagamenti in acconto – Anticipazioni – Interessi per ritardato pagamento**

L'appaltatore riceverà, in corso d'opera, pagamenti in acconto sulla base di stati di avanzamento lavori che dovranno essere presentati al raggiungimento dell'importo \_\_\_\_\_.

Il responsabile del procedimento dovrà rilasciare, entro il termine di trenta giorni dalla data di presentazione dello stato di avanzamento redatto dal direttore dei lavori, il certificato di pagamento inviando l'originale e due copie alla stazione appaltante.

La rata di saldo verrà liquidata, previa garanzia fideiussoria rilasciata dall'appaltatore, non oltre il novantesimo giorno dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione.

La contabilizzazione di opere a misura dovrà essere fatta in base alle quantità dei lavori eseguiti applicando l'elenco prezzi contrattuale.

I lavori eseguiti in economia dovranno essere computati in base a rapporti o liste settimanali ed aggiunti alla contabilità generale dell'opera.

Nel caso di sospensione dei lavori di durata superiore a novanta giorni la stazione appaltante dovrà disporre il pagamento in acconto degli importi maturati fino alla data di sospensione.

Il responsabile del procedimento dovrà dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, dell'emissione di ogni certificato di pagamento agli enti previdenziali e assicurativi e alla cassa edile.

#### Interessi per ritardato pagamento.

Ai sensi dell'art. 39 della L. R. 27/03, l'importo degli interessi per ritardato pagamento dovuti in base a norme di legge, di capitolato generale e speciale o di contratto, è corrisposto in occasione del primo pagamento utile, in acconto o a saldo, su apposita richiesta dell'esecutore dei lavori. Per i lavori pubblici di interesse regionale, i termini per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti e al saldo ed i termini per il successivo pagamento, non possono superare i novanta giorni dalla presentazione dello stato di avanzamento dei lavori.

### **Art. 1.38 Piani di sicurezza**

Il piano di sicurezza e coordinamento redatto ai sensi del D.Lgs. 494/96 e successive modificazioni e i relativi disciplinari integrativi predisposti durante la redazione del progetto esecutivo costituiscono, pena la nullità del contratto di appalto, parte integrante dei documenti contrattuali.

L'appaltatore, entro trenta giorni dall'aggiudicazione delle opere e comunque prima della consegna dei lavori dovrà trasmettere alla stazione appaltante:

- eventuali proposte integrative del piano di sicurezza e coordinamento;
- un piano operativo di sicurezza predisposto dall'impresa o dalle imprese esecutrici dei lavori e finalizzato alle definizioni di dettaglio delle attività di cantiere.

Le eventuali violazioni del piano di sicurezza e coordinamento, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiranno causa di risoluzione del contratto.

### **Art. 1.39 Condotta dei lavori – Ordini di servizio**

#### Condotta dei lavori

Nella condotta dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto previsto nei disegni esecutivi e negli altri atti d'appalto e seguire, ove impartite le istruzioni della Direzione Lavori senza che ciò costituisca diminuzione delle responsabilità dell'Appaltatore per quanto concerne i materiali adoperati e la buona esecuzione dei sondaggi e delle opere.

Durante lo svolgimento dei lavori, dovrà essere sempre presente in cantiere un rappresentante dell'Appaltatore, qualificato a ciò in base a specifica procura a ricevere ordini e ad intrattenere rapporti con la Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore è obbligato a condurre l'appalto in modo che possano, ove mai dovesse occorrere, svolgersi contemporaneamente, nello stesso cantiere, lavori affidati dalla Regione o dagli altri Enti ad altre Ditte.

Qualora venga ordinato dalla D.L., l'Appaltatore dovrà fornire per l'esecuzione di interventi connessi con i lavori affidati alle Ditte suddette, materiali e mano d'opera che saranno compensate ai sensi del presente Capitolato Speciale e dovrà anche dare in uso gratuito le strutture provvisorie esistenti in cantiere.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla condotta dei lavori con personale tecnico idoneo, di provata capacità ed adeguato anche numericamente alle necessità.

L'Appaltatore dovrà in ogni caso provvedere, a propria cura e spese, ad effettuare un completo ed efficace controllo di tutta la zona dei lavori e ciò anche in relazione alla estensione dei cantieri ed al fatto che i lavori appaltati potranno essere eseguiti a tratti alterni e saltuariamente nel tempo, impiegando a tale scopo il numero di assistenti che, secondo le circostanze e l'estensione dei cantieri, si dimostrerà necessario.

Ogni lavoro dovrà essere accuratamente programmato e rigorosamente portato a termine in modo da permettere l'apertura delle strade al traffico al più presto e senza ritardi.

#### Scavi archeologici

Nella condotta di eventuali scavi archeologici la Direzione Scientifica (D.S.) indicherà le modalità di esecuzione degli accertamenti ed i tecnici archeologi, designati dall'Appaltatore, alla medesima faranno riferimento per l'espletamento di ogni attività relativa a dette operazioni. La D.S. impartirà le proprie prescrizioni, mediante appositi verbali redatti con la D.L. al/i tecnico/i archeologo/i dell'appaltatore. La D.L. trasferirà quindi tali prescrizioni per iscritto all'Appaltatore.

La D.L. non riconoscerà eventuali prestazioni che non siano state da lei ordinate per iscritto.

#### Lavori in corrispondenza di alberature

Per quanto riguarda eventuali lavorazioni da eseguire in prossimità di alberature:

- a) dovrà essere di norma evitata l'esecuzione di lavori a distanze inferiori a m 3.00 dalle alberature e dalle piantumazioni installate nell'area. Nei casi in cui ciò non fosse possibile, si dovrà procedere mediante lo scavo a mano previa autorizzazione scritta della Direzione Lavori.
- b) gli scarichi di sostanze nocive (oli, nafta, etc.) dovranno avvenire unicamente nei modi prescritti per legge, evitando pertanto lo scarico di dette sostanze in prossimità di alberature o piantumazioni, in corsi d'acqua o canali di scolo, ovvero con altre modalità anomale;

Per constatate inadempienze rispetto a quanto prescritto ai precedenti punti si provvederà alla detrazione del danno subito dalla Stazione Appaltante, a seguito di regolare verbale di constatazione del danno stesso, direttamente dai mandati di pagamento, previa valutazione dell'entità del danno. In alternativa ferma restando l'applicazione della penale di cui al precedente comma, potrà essere consentita la sostituzione, a cura e spese dell'appaltatore, delle alberature danneggiate con altre idonee, eventualmente in numero maggiore, del cui attecchimento, manutenzione e innaffiamento, l'appaltatore resterà responsabile per un tempo pari a 2 (due) anni dalla ultimazione dei lavori.

#### Ordini di Servizio

L'appaltatore ha l'obbligo di adempiere tempestivamente e puntualmente a quanto disposto dalla Direzione Lavori con Ordine di Servizio, comunque entro il termine di cui al medesimo ordine.

Laddove l'Appaltatore non adempia entro i termini e nei modi prescritti, è prevista l'applicazione di una penale nella misura di cui sopra per ciascun inadempimento.

In caso di reiterata inadempienza alle disposizioni impartite, e come tale potrà essere intesa anche la seconda inadempienza al medesimo ordine di servizio, la Stazione Appaltante potrà procedere alla risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 136 del d. lgs. 163/2006.

#### **Art. 1.40      Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore**

##### **GENERALITÀ**

Oltre gli oneri di cui agli artt. 5, 6, 7, 8 e 14 del Capitolato Generale d'appalto di cui al D. M. 145/2000 ed agli altri specificati nel presente Capitolato Speciale, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

- 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.
- 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.
- 3. L'apprestamento delle opere provvisorie** 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 provvisorie 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.
- 4. La sistemazione delle strade** e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, scalette di adeguata portanza e sicurezza.
- 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.

- 6. La vigilanza e guardiania del cantiere**, se richiesta, nel rispetto dei provvedimenti antimafia <sup>(2)</sup>, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'Appaltatore, dell'Amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite od in corso di esecuzione e delle piantagioni.  
Tale vigilanza potrà essere estesa anche ai periodi di sospensione dei lavori ed al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo, salvo l'anticipata consegna delle opere all'Amministrazione appaltante e per le opere consegnate.
- 7. 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.
- 8. La pulizia del cantiere** e la manutenzione ordinaria e straordinaria di ogni apprestamento provvisorio.

---

<sup>(2)</sup> Si richiama in proposito l'art. 22 della Legge 13 settembre 1982, n. 646 circa la qualifica delle persone addette al servizio di guardiania.

- 9. 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.
- 10. La fornitura di mezzi di trasporto** per gli spostamenti della Direzione Lavori e del personale di assistenza.
- 11. 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.
- 12. 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.
- 13. 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.
- 14. La riproduzione di grafici**, disegni ed allegati vari relativi alle opere in esecuzione.
- 15. Il tracciato plano-altimetrico** e tutti i tracciamenti di dettaglio riferentesi alle opere in genere.
- 16. Lo smacchiamento generale** della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione delle ceppaie.
- 17. 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, abilitazione di impianti, cauzioni, ecc.  
In difetto rimane ad esclusivo carico dell'Appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.
- 18. 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 provvisorie 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.
- 19. 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.
- 20. 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 reccheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate nello schema di cui alla tabella II-2, 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.  
Tanto i cartelli che le 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 L 150,00. Sarà inoltre applicata una penale giornaliera di L 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.

**21. La fornitura di notizie statistiche** sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, 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 della quindicina, con le relative ore lavorative.*

b) - *Genere di lavoro eseguito nella quindicina, giorni in cui non si è lavorato e cause relative.*

Dette notizie dovranno pervenire alla Direzione non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine della quindicina, stabilendosi una penale, per ogni giorno di ritardo, di € 5,00.

**22. 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.

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

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

**25. L'approntamento di un laboratorio di cantiere, fisso** o mobile e con le necessarie attrezzature, che l'Amministrazione ritenesse di istituire, nonché le spese per il personale addetto. In particolare, per i movimenti di terra, tale laboratorio dovrà essere provvisto della seguente attrezzatura:

- *per le analisi granulometriche, a mezzo vagliatura meccanica: una serie di setacci della serie U.N.I., due bilance tecniche aventi rispettivamente portata di Kg. 10 (con approssimazione al grammo) e di 200 grammi (con approssimazione al centigrammo), una stufetta da campo per temperatura fino a 120 °C, oltre gli accessori;*

- *per la determinazione dei limiti di liquidità, plasticità e ritiro: gli appositi apparecchi di Casagrande con relativi accessori;*

- *per la determinazione della densità massima, dell'umidità ottima e della percentuale dei vuoti: apparecchio Proctor Standard e modificato, con relativi accessori;*

- *per la determinazione della densità in sito, umidità e percentuale dei vuoti: apparecchi usuali idonei.*

**26. L'esecuzione di esperienze ed analisi**, come anche verifiche, assaggi e relative spese che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione Lavori, presso il laboratorio di cantiere o presso gli Istituti autorizzati, sui materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto prescritto nella normativa di accettazione o di esecuzione.

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

**28. 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.

**29. 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.

**30. 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.

**31. 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.

32. **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 o delle forniture scorporate.
33. **La fornitura di fotografie delle opere** nel formato, numero e frequenza prescritti dalla Direzione Lavori e comunque non inferiori a due per ogni stato di avanzamento, nel formato 18 x 24.
34. **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.
35. **La calcolo di tutti gli impianti** compresi nell'appalto e la relativa progettazione esecutiva, ove non inserita in progetto, compresa ogni incombenza e spesa per denunce, approvazioni, licenze, collaudi, omologazioni ecc. che al riguardo fossero prescritti.
36. **La calcolo delle strutture resistenti** e la relativa progettazione esecutiva, nella ipotesi e con gli oneri di cui sopra, fermo restando che l'approvazione del progetto da parte della Direzione Lavori non solleva l'Appaltatore, il Progettista ed il Direttore del cantiere, per le rispettive competenze, dalla responsabilità relativa alla stabilità di dette opere.
37. **Le indagini geognostiche** e lo studio della portanza dei terreni a verifica delle soluzioni strutturali e del dimensionamento delle opere di fondazione o di sostegno.
38. **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.
39. **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.
40. **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.
41. **La custodia, la conservazione, la manutenzione ordinaria** e straordinaria di tutte le opere fino al collaudo, come specificato al precedente art. 20.
42. **Lo sgombero e la pulizia del cantiere** entro un mese dall'ultimazione dei lavori, con la rimozione di tutti i materiali residui, 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.
43. **Le spese per i collaudi tecnici** prescritti dall'Amministrazione o per legge per le strutture e gli impianti, ivi compresi gli onorari spettanti ai collaudatori designati. Tali oneri vigendo comunque, ove detti onorari non siano stati appositamente previsti ed inseriti, come spese tecniche, tra le norme a disposizione dell'Amministrazione.
44. **Le spese di collaudazione** per tutte le indagini, prove e controlli che il Collaudatore o i Collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini.
45. **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.
46. **Ulteriori oneri.**

Oltre agli oneri previsti dal Capitolato Generale d'Appalto e negli altri documenti contrattuali, sono a carico dell'Appaltatore, senza diritto ad alcun compenso in quanto compresi nell'Appalto e remunerati con i prezzi di contratto, gli oneri seguenti:  
La nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'Albo professionale.

Le spese relative alle segnalazioni ed agli oneri previsti dal Codice della Strada e relativo Regolamento per le occupazioni ed i lavori all'esterno.

La redazione dei calcoli o dei disegni di insieme e di dettaglio per tutte le eventuali opere strutturali in cemento armato, metalliche, in muratura, in legno, redatti da un ingegnere od architetto iscritto al rispettivo Ordine professionale. L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui cubetti di calcestruzzo e sui tondini d'acciaio, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i richiesti certificati.

L'onere di redigere la documentazione scientifica secondo l'articolazione e le specifiche disposizioni che verranno indicate, nel corso dei lavori e sulla base dello sviluppo dei medesimi, dalla Direzione Scientifica. Tale documentazione dovrà essere prodotta in forma ridotta anche in caso di esito archeologicamente negativo degli scavi, secondo le modalità prescritte dalla Direzione Scientifica.

L'onere di redigere Il Programma Esecutivo dei Lavori, il Piano operativo generale e dettagliato ed i relativi aggiornamenti;

La spesa per la fornitura di fotografie a colori "ante operam" e "post operam" nonché delle opere in corso -del formato 18 x 24-, ogni qualvolta richieste dalla D.L., nel numero di copie che sarà di volta in volta indicato e comunque mai inferiore a tre.

Le spese per i transennamenti, le recinzioni e le spese per realizzare ed installare i tabelloni di cantiere e la cartellonistica di sicurezza e orientamento, nonché la manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei lavori, a scopo di sicurezza.

Le spese per l'illuminazione notturna delle aree di cantiere al fine di garantire il minimo necessario.

Gli oneri per l'immediato ripristino giornaliero delle recinzioni e dei baraccamenti di cantiere eventualmente danneggiati da atti vandalici, da imbrattamenti e/o manovre accidentali dei mezzi di cantiere e di terzi.

Gli oneri per la pulizia giornaliera delle aree di cantiere. A tal riguardo dovranno essere presenti in cantiere anche idonei cesti portarifiuti. Sono compresi altresì gli oneri derivanti dal garantire la pulizia delle ruote dei propri mezzi per il trasporto dei materiali di risulta anche con apposite attrezzature installate in prossimità dell'accesso ai propri cantieri.

La spesa per la custodia del cantiere, affidata a persone provviste della qualifica di "guardia particolare giurata" (Art. 22 della Legge 13 settembre 1982. n. 646) esonerando la Stazione Appaltante da ogni e qualsiasi responsabilità per eventuali distruzioni, danneggiamenti o furti, in particolare nei periodi di sospensione dei lavori, comprese le spese per segnalazioni ed i lumi.

Le spese per qualunque spostamento che dovessero subire le recinzioni durante lo svolgimento delle opere anche se ripetuto- in dipendenza delle esigenze relative allo sviluppo dei lavori ed alla fruibilità delle aree aperte al pubblico ovvero di altri cantieri di altre Ditte ed Enti che seguono i lavori nella area, ovvero di sistemazioni di impianti eseguiti dagli Enti aventi il governo delle medesime. Le recinzioni delle aree di lavoro servono sia per delimitare i passaggi pedonali dall'area di lavoro, sia per delimitare l'area a disposizione dell'Appaltatore, gli accessi, i depositi dei materiali, le aree di sosta dei mezzi e quant'altro occorrente per i lavori.

L'acquisizione a sua cura e spese di ogni eventuale occupazione temporanea di aree private adiacenti ai lavori per qualsiasi causa da essi dipendente ad esclusione di quelle messe a disposizione gratuita dal Committente.

Il risarcimento degli eventuali danni che, in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori, fossero arrecati a proprietà pubbliche o private nonché a persone, restando liberi ed indenni la S.A. ed il suo personale.

Le verifiche ed i sondaggi sul terreno di fondazione, comprese eventuali prove di laboratorio su campioni indisturbati, necessari al fine di garantirsi sulla stabilità e sulla perfetta riuscita delle

opere che verranno realizzate.

Le spese occorrenti a prelevare campioni e ad eseguire collaudi, sondaggi e prove di qualunque genere presso laboratori ufficiali allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali da impiegarsi o impiegati e delle lavorazioni eseguite, ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che l'impresa possa avanzare alcun diritto a compensi per questo titolo, né chiedere alcun indennizzo per eventuali sospensioni o ritardi, in dipendenza dell'esecuzione delle prove.

Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.

L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel D.P.R. del 7/01/1956 n. 164 e di tutte le norme in vigore in materia d'infortunistica. Ogni responsabilità in caso di infortuni ricadrà pertanto sulla responsabilità dei lavori e sull'Appaltatore restandone sollevata l'Amministrazione, nonché il suo personale preposto alla direzione e sorveglianza.

L'onere per eseguire tutte le lavorazioni anche su più turni lavorativi, se ordinati dal D.L., per il rispetto dei termini di ultimazione senza che ciò comporti il diritto dell'impresa al riconoscimento di maggiori oneri.

La pulizia dei manufatti interessati dagli interventi col personale necessario, nonché lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, materiali residui, di scarico o detriti.

L'adozione di tutti i provvedimenti necessari perché, nel caso venga disposta la sospensione dei lavori, siano impediti deterioramenti di qualsiasi genere alle opere già eseguite, restando inteso che saranno a carico esclusivo dell'Appaltatore e non considerati come dovuti a cause di forza maggiore i danni che potranno derivare da inadempienza alla presente clausola.

Gli oneri per la messa a disposizione con relativa manutenzione e custodia nei cantieri di lavoro o in fabbricati limitrofi di locali - oltre ai servizi igienici - idonei ad uso ufficio del personale della Direzione Lavori e per il Responsabile del Procedimento, illuminati e riscaldati completi di servizi igienici, tavoli, scaffalature, sedie, e telefono attivato sulla rete urbana. Le spese per le pulizie e le utenze (luce, acqua, riscaldamento e telefono) sono anch'esse a carico dell'Appaltatore.

L'onere per lo smaltimento di rifiuti in discariche per legge autorizzate a raccoglierci, a seconda della natura dei rifiuti stessi, senza che per tale motivo all'Impresa venga corrisposto alcun ulteriore compenso.

La immediata riparazione dei danni di qualsiasi genere, anche se dipendenti da cause di forza maggiore, che si verificano negli scavi, ai rinterri, alle provviste, agli attrezzi, ed a tutte le opere incluse quelle provvisorie.

L'onere per l'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alla prevenzione degli infortuni sul lavoro ed all'igiene del lavoro a fronte del quale viene corrisposto il compenso di contratto. In particolare l'Appaltatore è tenuto alla scrupolosa e puntuale osservanza delle disposizioni di legge e della relativa normativa in ordine ai Piani di Sicurezza di cui all'art. 131 del D. Lgs. 163/2006.

L'onere per la redazione di tutti gli elaborati ed obblighi derivanti dall'ottenimento delle necessarie autorizzazioni ed approvazioni da parte di Enti diversi, e particolarmente tutte le licenze, permessi, nullaosta ed autorizzazioni richiesti dalle leggi in relazione all'esecuzione delle

opere appaltate, compresi quelli necessari per lo smaltimento delle acque di falda, aggettate durante gli scavi.

In particolare l'Appaltatore dovrà prevedere a propria cura e spese tutte le pratiche per l'occupazione temporanea di eventuali aree private, per le strade di servizio, per cave di prestito, per discariche di materiali inutilizzabili e per tutto quanto necessario alla esecuzione dei lavori.

Infine, dovrà provvedere a propria cura e spese a tutte le pratiche relative al rilascio di permessi, autorizzazioni e collaudi da parte dei competenti uffici istituiti presso Enti, Organismi o Autorità preposte (come W.FF., USTIF, ISPEL, AA.SS.LL, PREFETTURA, ANCC, ENEL, TELECOM, AZIENDE MUNICIPALIZZATE, ecc.), occorrenti per la installazione ed il funzionamento delle apparecchiature, avendo cura che ogni pratica risulti predisposta in tempo utile.

Ove si ravvisi la necessità, l'Amministrazione si riserva la facoltà di affiancare o sostituire in toto l'Appaltatore nei rapporti con gli Enti, le Amministrazioni, ecc. per l'ottenimento dei visti, autorizzazioni ecc.: in ogni caso all'Appaltatore competerà l'obbligo della predisposizione del materiale tecnico idoneo a supportare le pratiche di autorizzazione. L'ottenimento dei suddetti documenti è condizione essenziale per la redazione del certificato di collaudo finale totale, ovvero di collaudazione intermedia parziale nel caso di presa in consegna anticipata - da parte dell'Amministrazione - di parte dell'opera, salvo rinuncia dell'Amministrazione stessa.

Si precisa al riguardo che, ove nel corso del contratto, eventuali provvedimenti delle Pubbliche Autorità abbiano a ritardare o comunque ad impedire in tutto o in parte la realizzazione dell'opera, nessuna pretesa di indennizzo o risarcimento, sotto qualsiasi forma, potrà a tale titolo vantare l'Appaltatore verso l'Amministrazione.

Ove, invece, tali provvedimenti abbiano causa anche indirettamente, dal comportamento omissivo o commissivo dell'Appaltatore e dei suoi ausiliari, questi sarà ritenuto inadempiente ad ogni effetto di legge e di Contratto.

#### **Art. 1.41 Personale dell'appaltatore**

Il personale destinato dall'appaltatore ai lavori da eseguire dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza delle opere previste, alle modalità di esecuzione e ai termini di consegna contrattualmente stabiliti e riportati sul cronoprogramma dei lavori.

L'appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni previste dai contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori impegnati nel cantiere, comunicando, non oltre 15 giorni dalla data di consegna dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.

Tutti i dipendenti dell'appaltatore sono tenuti ad osservare:

- i regolamenti in vigore in cantiere;
- le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
- le eventuali indicazioni integrative fornite dal direttore dei lavori.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che, per effetto dell'inosservanza stessa, dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

#### **Art. 1.42 Lavoro notturno e festivo**

Nell'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro già richiamata e nel caso di ritardi tali da non garantire il rispetto dei termini contrattuali, l'appaltatore, previa formale autorizzazione del direttore dei lavori, potrà disporre la continuazione delle opere oltre gli orari fissati e nei giorni festivi.

Tale situazione non costituirà elemento o titolo per l'eventuale richiesta di particolari indennizzi o compensi aggiuntivi.

#### **Art. 1.43 Proprietà degli oggetti ritrovati**

Ai sensi dell'art. 45 del Capitolato Generale d'appalto per i lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. n. 54 dell'8 maggio 2007, fatta eccezione per i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, appartiene alla stazione appaltante la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.

Il reperimento di cose di interesse artistico, storico o archeologico deve essere immediatamente comunicato alla stazione appaltante. L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante in caso contrario sarà direttamente responsabile della eventuale rimozione o danneggiamento dei reperti, egli dovrà disporre, se necessario, l'interruzione dei lavori in corso.

La temporanea interruzione delle opere dovrà essere formalizzata dal D.L. e potrà essere considerata, in caso di particolare rilevanza, fra le cause di forza maggiore previste dal presente capitolato.

#### **Art. 1.44 Cessione del corrispettivo d'appalto**

Qualsiasi cessione del corrispettivo deve essere stipulata mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e deve essere notificata al Committente; essa è altresì regolata dagli artt. 117 del d. lgs. 163/2006 e 5 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici di interesse regionale adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione C. R. 8 maggio 2007, n. 54.

#### **Art. 1.45 Sorveglianza**

Durante l'esecuzione dei lavori, secondo quanto vorrà disporre la D. L., si dovranno effettuare in contraddittorio fra la D.L. e l'Appaltatore stesso, per ogni singolo intervento o impianto realizzato o modificato, le verifiche e le prove preliminari intese ad accertare:

- che la fornitura dei materiali e componenti costituenti gli impianti, quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- che il montaggio delle varie parti sia accuratamente eseguito.

Le verifiche e prove che la D.L. riterrà opportuno eseguire, di cui fornirà all'Appaltatore dettagliato elenco con congruo anticipo sulla data di esecuzione delle stesse, saranno eseguite in contraddittorio fra la D.L. e l'Appaltatore e di esse e dei risultati scaturiti si compilerà di volta in volta regolare verbale. Il Direttore ove trovasse da eccepire in ordine a tali risultati, perché non conformi alle prescrizioni contrattuali, emetterà il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modiche, aggiunte, riparazioni o sostituzioni necessarie.

In qualsiasi momento, durante il corso dei lavori, la Direzione dei Lavori potrà effettuare per ogni singolo intervento o impianto realizzato, in contraddittorio fra la D.L. stessa e l'Appaltatore, controlli e verifiche sulle opere eseguite e sui materiali impiegati tendenti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori a tutte le prescrizioni contrattuali. Di detti controlli e verifiche e dei risultati scaturiti si compilerà di volta in volta regolare verbale.

Si richiamano inoltre gli obblighi dell'Appaltatore circa la garanzia e la perfetta conservazione dei manufatti fino al collaudo provvisorio.

I controlli e le verifiche eseguite dal Committente e dalla Direzione dei Lavori nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati.

Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, nè alcuna preclusione in capo al Committente.

Qualora risulti che le opere non siano state effettuate a termine di contratto o secondo le regole dell'arte, la Direzione Lavori ordinerà all'Appaltatore i provvedimenti idonei e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato il risarcimento al Committente dei danni eventuali.

L'Appaltatore non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni ed agli ordini della Direzione Lavori, sia che riguardino il modo di esecuzione dei lavori stessi, sia che riguardino il rifiuto o la sostituzione di materiali, salva la facoltà di fare le sue osservazioni, in base alle vigenti norme di legge.

#### **Art. 1.46 Disposizioni in materia di sicurezza**

Nella fase di realizzazione dell'opera il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori :

- verificherà, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione da parte delle imprese appaltatrici (e subappaltatrici) e dei lavoratori autonomi delle disposizioni contenute nel Piano di sicurezza e coordinamento;
- verificherà l'idoneità dei Piani Operativi di sicurezza;
- adeguerà il piano di sicurezza e coordinamento e il fascicolo, in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche;
- organizzerà, tra tutte le imprese presenti a vario titolo in cantiere, la cooperazione ed il coordinamento delle attività per la prevenzione e la protezione dai rischi;
- sovrintenderà all'attività informativa e formativa per i lavoratori, espletata dalle varie imprese;
- controllerà la corretta applicazione, da parte delle imprese, delle procedure di lavoro e, in caso contrario, attuerà le azioni correttive più efficaci.

Il Coordinatore per l'esecuzione provvede a:

- segnalare al Committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta, le inadempienze da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi;
- a proporre la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o la risoluzione del contratto.

Nel caso in cui la Stazione Appaltante o il responsabile dei lavori non adottino alcun provvedimento, senza fornire idonea motivazione, provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla ASL e alla Direzione provinciale del lavoro. In caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, egli potrà sospendere le singole lavorazioni, fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di redigere un Piano Operativo di sicurezza che dovrà trasmettere al Coordinatore per l'esecuzione prima dell'inizio dei lavori. Detto piano deve tener conto delle tecnologie e dei macchinari che intenderà usare al fine di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della proprio esperienza, senza però che detta proposta comporti modifiche o adeguamento ai prezzi pattuiti.

Ai sensi dell'art. 42 L.R. 27/03, la garanzia fideiussoria di cui all'articolo 30, comma 2, è incrementata di ulteriori cinque punti percentuali rispetto all'importo base, per le imprese che hanno subito contravvenzioni in materia di sicurezza nei tre anni antecedenti a quello relativo all'effettuazione dell'appalto ovvero di dieci punti per le imprese che nello stesso periodo hanno subito condanne nella

stessa materia della sicurezza. L'appaltatore deve rispettare gli schemi di piani di sicurezza e di coordinamento, relativi alla diverse categorie di lavori di interesse regionale, emanati dalla Giunta regionale. Tali schemi si applicano ai lavori di competenza regionale e costituiscono riferimento obbligatorio per altri lavori pubblici di interesse regionale da realizzare sul territorio regionale.

All'Appaltatore compete il rispetto del D.L. 626/94 ed in particolare :

- Il rispetto delle misure generali di tutela di cui all'Art. 3 del D.Lgs. 626/94;
- Il rispetto degli obblighi di cui all'Art. 4 del D. Lgs. 626/94;

L'Appaltatore è inoltre tenuto a:

- Promuovere ed istituire nel Cantiere un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, eliminazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'Impresa;
- Richiedere al Coordinatore per l'esecuzione, entro venti giorni dalla firma del contratto di appalto, disposizioni per quanto risulta omesso, inesatto o discordante nel Piano di Sicurezza e coordinamento e/o nelle tavole grafiche, ovvero proporre integrazioni al Piano medesimo ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza;
- Mettere a disposizione dei Rappresentanti per la sicurezza, copia del Piano della Sicurezza e coordinamento, almeno dieci giorni prima dell'inizio dei lavori;
- Tenere a disposizione del Committente, ovvero del Responsabile dei Lavori, del Coordinatore per l'esecuzione e degli organi di vigilanza, copia controfirmata della documentazione di progetto e del Piano di Sicurezza e Coordinamento;
- Rilasciare al Committente, ovvero al Responsabile dei Lavori ed al Coordinatore per l'esecuzione, dichiarazione di aver provveduto alla formazione/informazione di tutti i lavoratori presenti in cantiere;
- Consegnare al Committente, ovvero al responsabile dei lavori ed al Coordinatore per l'Esecuzione, prima della esecuzione dei relativi lavori, il piano operativo di sicurezza delle proprie Imprese Subappaltatrici/Fornitrici in opera;
- Mettere a disposizione di tutti i responsabili del servizio di Prevenzione e Protezione delle Imprese Subappaltatrici/Fornitrici in opera e dei lavoratori autonomi il Piano di Sicurezza e coordinamento, almeno dieci giorni prima dell'inizio dei lavori;
- Informare la Stazione Appaltante ovvero il Responsabile dei lavori ed il Coordinatore per l'esecuzione, delle proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e coordinamento formulate dalle Imprese Subappaltatrici/Fornitrici in opera e dai lavoratori autonomi;
- Affiggere nella bacheca di cantiere:
  - copia della notifica preliminare di cui all'Art. 11 del D.Lgs. 494/96 e successive modifiche e custodirla a disposizione dell'Organo di Vigilanza territoriale competente;
  - indirizzi e numeri di telefono dei presidi medici più vicini al Cantiere e dei Vigili del Fuoco.

Si precisa che i pali ed i diaframmi che figurano nel progetto esecutivo sono da considerarsi strutturali alle opere da eseguire.

#### **Art. 1.47 Collaudo**

Ai sensi dell'art. 49 della L.R. 27/03, il collaudo è affidato in corso d'opera.

All'organo di collaudo sono affidate le verifiche tecnico - contabili inerenti l'erogazione degli acconti e dei saldi dei contributi regionali di cui all'articolo 54, commi 2 e 3. Gli atti di contabilità finale sono trasmessi dal responsabile del procedimento al collaudatore entro due mesi dall'ultimazione dei lavori. Il certificato di collaudo è rilasciato entro i successivi quattro mesi ed approvato dall'amministrazione aggiudicatrice non oltre i successivi due mesi.

Il certificato di collaudo dovrà comprendere una relazione predisposta dall'organo di collaudo in cui dovranno essere dichiarate le motivazioni relative alla collaudabilità delle opere, alle eventuali condizioni per poterle collaudare e ai provvedimenti da prendere qualora le opere non siano collaudabili.

Al termine delle operazioni di collaudo, l'organo di collaudo dovrà trasmettere al responsabile del procedimento gli atti ricevuti e i documenti contabili aggiungendo:

- i verbali di visita al cantiere;
- le relazioni previste;
- il certificato di collaudo;
- il certificato del RUP per le correzioni eventualmente ordinate dall'organo di collaudo;
- le controdeduzioni alle eventuali osservazioni dell'appaltatore al certificato di collaudo.

Sono a carico dell'appaltatore:

- operai e mezzi d'opera necessari ad eseguire le operazioni di collaudo;
- il ripristino delle parti eventualmente alterate durante le verifiche di collaudo;
- le spese di visita del personale della stazione appaltante per l'accertamento dell'eliminazione delle mancanze riscontrate dall'organo di collaudo.

Qualora l'appaltatore non dovesse ottemperare agli obblighi previsti, il collaudatore disporrà l'esecuzione d'ufficio delle operazioni richieste; le spese sostenute saranno dedotte dal credito residuo dell'appaltatore.

Fino alla data di approvazione del certificato di collaudo restano a carico dell'appaltatore la custodia delle opere ed i relativi oneri di manutenzione e conservazione.

#### **Art. 1.48      Certificato di regolare esecuzione**

Il certificato di regolare esecuzione, nei casi previsti dalla normativa vigente, viene emesso dal direttore dei lavori entro e non oltre tre mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori ed è confermato dal responsabile del procedimento.

Il certificato dovrà descrivere le operazioni di verifica effettuate, le risultanze dell'esame dei documenti contabili, delle prove sui materiali e tutte le osservazioni utili a descrivere le modalità con cui l'appaltatore ha condotto i lavori, eseguito le eventuali indicazioni del direttore dei lavori e rispettato le prescrizioni contrattuali.

Con il certificato di regolare esecuzione il direttore dei lavori dovrà dichiarare la collaudabilità delle opere, le eventuali condizioni per poterle collaudare e i provvedimenti da prendere qualora le opere non siano collaudabili.

#### **Art. 1.49      Anticipata consegna delle opere – Premio di accelerazione**

Qualora la stazione appaltante abbia necessità di utilizzare l'opera eseguita prima del collaudo provvisorio è possibile procedere alla presa in consegna anticipata dei lavori alle seguenti condizioni:

- che sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico delle opere;
- che sia stato richiesto, dal responsabile del procedimento, il certificato di abitabilità o il certificato di agibilità di impianti a rete;
- che siano stati eseguiti gli allacciamenti di tutti gli impianti alle reti dei servizi pubblici;
- che siano state eseguite tutte le prove su materiali e opere previste dal presente capitolato;
- che sia stato redatto un dettagliato stato di consistenza da allegare al verbale di presa in consegna anticipata.

La stazione appaltante può richiedere all'organo di collaudo di verificare che le condizioni prescritte siano state effettivamente soddisfatte; a tale riguardo l'organo di collaudo redige un verbale sottoscritto dal direttore dei lavori e dal responsabile del procedimento nel quale dovrà essere descritto lo stato delle opere e le conseguenti considerazioni dello stesso organo di collaudo sulla loro utilizzabilità.

La presa in consegna anticipata delle opere non assume alcuna rilevanza ai fini delle successive verifiche che verranno effettuate o in merito alle eventuali responsabilità dell'appaltatore.

In caso di consegna anticipata delle opere la stazione appaltante si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere stesse restando comunque a carico dell'appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione riscontrati in sede di collaudo provvisorio o nei modi previsti dalla normativa vigente.

#### Premio di accelerazione.

Nel caso di consegna anticipata delle opere la stazione appaltante riconoscerà all'appaltatore un premio di € **1.000,00** (*Euro mille,00*) per ogni giorno di anticipo.

#### **Art. 1.50 Risoluzione del contratto**

La Stazione Appaltante ha facoltà di risolvere il contratto con le procedure di cui all'art. 136 del D. Lgs. 163/2006 mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 20 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti nei casi previsti dagli art. 135 e 136 del D. Lgs. 163/2006.

E' fatto salvo il diritto di recesso del Committente ai sensi dell'art. 134 del D. Lgs.

#### **Art. 1.51 Controversie**

Le riserve che l'Appaltatore dovesse proporre dovranno seguire le modalità previste dall'art. 31 del Capitolato Generale d'appalto di cui al D.M. 145/2000, ed in particolare dall'art 165 del DPR 554/99. Qualora le riserve iscritte superino il 10% dell'importo contrattuale si applicherà il disposto dell'art. 240 del D. Lgs. 163/2006.

La definizione di possibili controversie tra l'Impresa appaltatrice e la Stazione appaltante potrà avvenire altresì secondo l'art. 239 del D. Lgs. 163/2006.

Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario, saranno deferite alla competente autorità Giudiziaria del Foro di Venezia. E' esclusa la competenza arbitrale.

## **PARTE SECONDA PREMESSA**

La parte seconda del Capitolato d'Appalto per Opere afferenti l'edilizia sostenibile, integra gli specifici capitolati speciali d'appalto relativi alle diverse tipologie di opera con ulteriori indicazioni conformi a criteri di sostenibilità. Con tali contenuti si è inteso fornire, in linea con quanto indicato dall'art. 34 della legge regionale 7 novembre 2003, n. 27, un documento di supporto agli operatori di settore nell'utilizzo dei materiali da costruzione ecologicamente compatibili secondo criteri di riciclabilità, di provenienza da fonti rinnovabili, di contenuto consumo energetico in fase di produzione, distribuzione e smaltimento, nonché di assenza di sostanze riconosciute nocive per la salute e per l'ambiente. Sono stati quindi individuati i principali materiali e metodi di costruzione utilizzati in bioedilizia, dando spazio, non solo a materiali naturali consolidati nella tradizione del "costruire secondo natura", ma anche all'impiego di materiali riciclati o di recupero, fino ad ora considerati poco "biocompatibili".

Gli articoli contenuti nella seconda parte costituiscono norme a carattere contrattuale e trovano la loro definizione nelle direttive comunitarie come "insieme delle prescrizioni menzionate in particolare nei capitoli di oneri, le quali definiscono le caratteristiche di un lavoro, un materiale un prodotto o una fornitura richiesti, che permettono di caratterizzare oggettivamente un lavoro, un materiale, un prodotto o una fornitura in modo che essi rispondano all'uso cui sono stati destinati dall'amministrazione aggiudicatrice".

Nella definizione delle voci, sono state considerate, quali certificazioni di sostenibilità energetica e ambientale:

- le normative sulla eco-compatibilità dei processi produttivi (ISO 14000) o sulla salvaguardia ambientale (E.M.A.S.) o di tutela ecologica (Ecolabel);
- i marchi e le certificazioni assegnate ai materiali e ai prodotti edili bioecologici, in conformità a schede prodotto e a codici di autodisciplina ( ad esempio: ANAB-IBO-IBN, ecoNcert, ICEA, BioediliziaItalia, Genius Loci, Unibioedilizia e altri), rilasciate da associazioni sostenute dai dati elaborati dai laboratori di misurazione e analisi chimico-fisica.

Altri riferimenti utili alla definizione degli articoli, sono stati ricavati dalla direttiva CEE 89/106/CEE relativa al marchio CE, recepita in Italia con il D.P.R. n. 246 del 21/04/1993, e la lista dei materiali eco-compatibili e di lunga durata adottata con D.G.R. n. 1564 del 23/05/2003. In particolare, sono stati considerati gli elementi di valutazione del ciclo di vita del prodotto, le etichettature ambientali, i marchi di qualità ecologica basati su parametri condivisi o su autodichiarazioni dei produttori. Ulteriori indicazioni sono state desunte dalle esperienze di capitolati simili, dalla letteratura specializzata, dai manuali di tecnologia delle costruzioni e dalle informazioni fornite dai produttori.

In sintesi, nel definire i materiali e i prodotti da utilizzare per le opere in bioedilizia, oltre a prevedere il rispetto di tutte le normative vigenti in materia di lavori pubblici e tutte le regole di buona pratica delle costruzioni edilizie, è stata considerata l'esigenza di soddisfare i requisiti di sostenibilità ambientale e di eco-compatibilità, tra cui :

- non essere nocivi e non essere inquinanti;
- essere riciclabili e/o partire da materie prime riciclate;
- non emettere radiazioni ionizzanti e comunque presentare livelli inferiori alla radioattività naturale misurata sul luogo di costruzione;
- essere prodotti utilizzando le tecnologie che hanno minore impatto sull'ambiente;

- recare l'indicazione, mediante schede tecniche, della composizione chimica di tutti i componenti;
- essere, possibilmente, materiali della tradizione costruttiva locale o comunque, prodotti o estratti localmente;
- avere buone caratteristiche di traspirabilità e igroscopicità;
- essere antistatici e a ridotta conducibilità elettrica;
- essere stati valutati secondo una procedura di analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment) o dotati di informazioni utili a capire la quantità di energia utilizzata per la produzione;
- essere in possesso di qualche forma di certificazione di eco-compatibilità (ad esempio, oltre al marchio CE (UNI-ISO 106/89), che indica il rispetto del requisito di "salvaguardia ambientale", di certificazioni "ecologiche" di enti riconosciuti a livello nazionale); poiché in Italia molti materiali vengono autocertificati dal produttore come bioedili, tale autocertificazione deve essere ritenuta valida solo a condizione che le schede tecniche del prodotto siano sufficientemente complete da permettere una valutazione di rispondenza ai requisiti succitati.

Va infine ricordato che nella bioedilizia la scelta dei materiali e i prodotti da utilizzare tende a privilegiare quelli la cui produzione avviene in siti vicini al cantiere di posa.

La seconda parte del Capitolato, si articola nel capo I "Condizioni, norme e prescrizioni per l'accettazione, l'impiego, la qualità, la provenienza dei materiali", nel capo II "Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro e nel capo III "Norme per la misurazione e valutazione dei lavori", all'interno dei quali le indicazioni riferite ai prodotti e alle lavorazioni che hanno una connotazione bio-ecologica sono evidenziate mediante la stampa del relativo testo a caratteri maggiori rispetto al testo base.

In considerazione della carenza di fonti normative in materia e del carattere innovativo del presente capitolato, si è ritenuto utile allegare un'appendice contenente specifiche indicazioni operative, relative ai diversi aspetti trattati. Tali note sono motivate, in assenza di una prassi consolidata, dalla esigenza di fornire ai tecnici interessati una guida, seppure molto sintetica e incompleta, per operare in coerenza con i criteri della bioedilizia.

**PARTE SECONDA****CAPO I - CONDIZIONI - NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ, LA PROVENIENZA DEI MATERIALI****Art. 2.1 Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali**

I materiali tutti dovranno corrispondere perfettamente alle prescrizioni di Legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno corrispondere alle prescrizioni degli articoli ed alle relative voci dell'Elenco Prezzi allegato al presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto; l'Appaltatore dovrà rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel terreno prescritto dalla Direzione Lavori, la Stazione appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione eseguita d'ufficio.

Qualora si accertasse che i materiali accettati e già posti in opera fossero di cattiva qualità si procederà come disposto dall'art. 18 del Capitolato Generale d'Appalto, approvato con D.M.LL.PP. 19.04.2000 n. 145.

Nel caso di prodotti industriali, la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Queste prescrizioni non potranno in ogni caso pregiudicare i diritti della Stazione appaltante nella collaudazione finale.

Come da DLvo 17\8\2005 n°189 art 18 la scelta dei materiali e dei fornitori sarà definita da specifico piano di qualità di costruzione e di installazione che definirà il criterio di valutazione e le eventuali risoluzioni delle non conformità.

**Art. 2.2 Norme generali per la provvista dei materiali**

L'Appaltatore assume, con la firma del contratto d'appalto, l'obbligo di provvedere tempestivamente tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di lavori compresi nell'appalto, e comunque ordinati dalla Direzione Lavori, quali che possano essere le difficoltà di approvvigionamento.

L'Appaltatore dovrà dare notizia alla Direzione Lavori della provenienza dei materiali e delle eventuali successive modifiche della provenienza stessa volta per volta, se ciò richiesto dalla Direzione Lavori.

Qualora l'Appaltatore di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni eccedenti le prescritte, o di caratteristiche migliori, o di più accurata lavorazione, ciò non gli darà diritto ad aumenti di prezzo.

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

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

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

Ogni materiale in fornitura per il quale è richiesta una caratteristica di resistenza e/o reazione al fuoco, va accompagnato dalla relativa Certificazione e/o Omologazione del Ministero dell'Interno in originale o copia conforme nonché dalla copia della bolla di fornitura. La Certificazione e/o Omologazione dovrà corrispondere alle effettive condizioni di impiego del materiale anche in relazione alle possibili fonti di innesco.

**Art. 2.3 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, bitumi****Acqua**

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici (UNI EN 1008) dovrà essere dolce, di provenienza nota, limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva (pH 6-8) per il conglomerato risultante. L'acqua dovrà

avere caratteristiche costanti nel tempo e conformi a quelle della norma UNI EN 1008. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. Acqua non proveniente da riutilizzi inquinanti. Non è consentito l'utilizzo di acqua di mare.

### **Calci**

Le calci devono provenire da materie prime naturali e dovranno essere prive di additivazioni di sintesi. Sono da escludersi leganti a base di clinker commercializzati comunemente come calci o derivati da agglomerati cementizi. Il processo produttivo dovrà essere documentato dal produttore.

### **Calci aeree**

Le calci aeree devono rispondere ai requisiti di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla norma UNI EN 459 ("Calci da costruzione") per la categoria di appartenenza. Devono essere costituite prevalentemente da ossidi e idrossidi di calcio [CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>] e residue quantità di magnesio, silicio, alluminio e ferro. Dovranno essere prodotte attraverso la cottura, in forni del calcare (CaCO<sub>3</sub>) naturale puro, non marnoso, a temperature intorno ai 1000 °C (con cotture "dolci" che danno origine a materiale a diversa porosità). Nella cottura è indispensabile utilizzare carburanti che non determinino inquinamento del materiale degradandone le qualità originarie. La cottura dovrà essere recente, uniforme, non bruciata, né vitrea e tale che nell'estinzione con la sola acqua necessaria si trasformi completamente senza lasciare residui di parti non decarbonate < 8%, silicee od altrimenti inerti. Lo spegnimento della calce viva risultante (CaO) avverrà in "spegni calce" mediante trattamenti con acqua pura (esente da sali alcalini o cloro) sino alla formazione di latte di calce, successiva stagionatura in apposite vasche, fino alla trasformazione in idrossido di calcio in sospensione acquosa [CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>], denominato "grassello" conforme alla norma UNI EN 459-1 e ai limiti di contenuto di carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>), idrato di calcio e idrato di magnesio (CaO + MgO), impurità di cottura e calcinaroli. Lo spegnimento della calce destinata alle malte dovrà avvenire in maniera da raggiungere gradi di finezza tali da garantire la completa idratazione delle paste. Il processo produttivo deve essere documentato dal produttore.

**Grassello di calce a lunga stagionatura** - ossia la calce aerea ottenuta mediante cottura e spegnimento a temperatura intorno ai 1000 °C; stagionata per almeno 6 mesi; CaCO<sub>3</sub> < 10%; CaO + MgO > 95%; silice < 1% e assenza di calcinaroli.

**Grassello di calce a breve stagionatura** - ossia la calce aerea ottenuta mediante cottura e spegnimento a temperatura intorno ai 1000 °C; stagionata per almeno 2 mesi; CaCO<sub>3</sub> < 10%; CaO + MgO > 95%; silice < 1% e assenza di calcinaroli.

**Calce aerea idrata in polvere** - ossia la calce aerea ottenuta mediante cottura e successiva idratazione con acqua in rapporti stechiometrici e titoli risultanti dalla norma UNI EN 459.

### **Calci idrauliche**

Le calci idrauliche, oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a quelli della norma UNI 459 per la categoria di appartenenza, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e s.m. ed i. Le calci idrauliche in polvere fina, omogenea e secca di colore nocciola-rosato, devono essere fornite o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative di fornitura valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge n. 595/1965. Le calci idrauliche sono destinate alla realizzazione di malte di allettamento

Le calci idrauliche sono prevalentemente costituite da idrossido di calcio, silicati di calcio ed alluminati di calcio. Dovranno essere ottenute dalla calcinazione di calcari naturali non marnosi (calcari argillosi così come si trovano in natura) o da composti di carbonato di calcio e argilla in specifiche quantità opportunamente mescolati e dosati. La cottura dovrà essere eseguita a temperatura

al di sotto del punto di sinterizzazione (passaggio dallo stato pulverulento al compatto) di 1250° C, tale da formare sufficiente ossido di calcio (CaO) che permette la successiva idratazione e con carburanti che non provocano inquinamento del materiale. Le calce idrauliche non possono contenere composti del clinker, loppa basica d'altoforno, residui silicei da lavorazioni o residui di cantiere. Lo spegnimento della calce deve essere realizzato in modo tale da lasciare non idratati buona parte dei silicoalluminati con acqua pura esente da sali alcalini o cloro. Il materiale idratato dovrà passare successivamente attraverso un processo di macinazione e stagionatura per ottenere un legante dalle proprietà idrauliche con prevalenza di idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio. Il processo produttivo deve essere espressamente documentato dal produttore.

#### **Calce idraulica naturale pura**

ottenuta dalla cottura di calcari marnosi così come questi vengono trovati in natura. La temperatura di cottura può variare tra 900-1000 °C. La polvere che si otterrà dal processo di spegnimento, macinazione e stagionatura sarà un legante dalle proprietà idrauliche. Le calce idrauliche naturali pure cotte a più bassa temperatura (900 °C) sono più porose e meglio si prestano alla formazione di intonaci che facilitano la diffusione del vapore.  $81\% < \text{CaCO}_3 < 85\%$ ;  $15\% < \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 < 19\%$ ;  $\text{MgO} < 5\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} < 1.5\%$ , impurità naturali  $< 6\%$ ; indice di idraulicità 0.31-0.42.

#### **Calce eminentemente idraulica naturale ad alto indice di idraulicità**

ottenuto dalla calcinazione di calcari marnosi a temperature prossime a 1250 °C senza apporto di composti del clinker. Legante destinato alla realizzazione di malte con elevate caratteristiche meccaniche, alta adesione al supporto, colore grigio.  $78\% < \text{CaCO}_3 < 81\%$ ;  $19\% < \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 < 22\%$ ;  $\text{MgO} < 5\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} < 1.5\%$ , impurità naturali  $< 6\%$ ; indice di idraulicità 0.40-0.50.

#### **Calce idraulica artificialmente idraulicizzata**

legante di colore rosato ottenuto per miscelazione a freddo di calce aerea e inerti composti da materiali reattivi idraulicizzanti a carattere pozzolanico, quali la pozzolana naturale, l'argilla torrefatta, il cocchiopesto, evitando materiali quali la loppa granulata basica d'altoforno, ceneri volanti, composti appartenenti al gruppo del clinker.  $\text{MgO} < 5\%$ ; impurità naturali  $< 6\%$ ; indice di idraulicità 0.31-0.42.

#### **Cemento**

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 (« Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi ») e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 (« Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi »), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza Portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi. Utilizzato prevalentemente nelle opere in cui, per legge, è indispensabile impiegare calcestruzzi armati. Potranno essere impiegati unicamente i cementi elencati nella norma UNI ENV 197/1 che soddisfano i requisiti di accettazione previsti nella Legge 25/5/1965 n. 595

In bioedilizia il cemento sarà prodotto con materie prime naturali senza alcuna additivazione di sostanze inquinanti, ottenuto con procedimenti produttivi documentati dal produttore, privo di prodotti siderurgici, ceneri di combustione o scorie di altoforno. Dovrà risultare privo di radioattività. Il cemento da impiegare in qualsiasi lavoro deve rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3.06.1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20.11.1984 e DM 13.09.1993). Il cemento deve essere, altresì, conforme al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9.03.1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato

nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. La classificazione e i requisiti da soddisfare devono essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2001 "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

Il cemento e gli agglomeranti cementizi devono essere forniti o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge n. 595/1965. I cementi e gli agglomerati cementizi devono essere in ogni caso conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

#### **Pozzolane**

Le pozzolane devono essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza devono rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

#### **Agglomerati cementizi con inerti di recupero**

Gli agglomerati cementizi per sottofondi e strutture armate dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972. Gli agglomerati cementizi dovranno essere composti e confezionati con cemento Portland classificato secondo la norma UNI EN 197-2001, con inerti di adeguate pezzature ed escludendo l'utilizzo di additivi di cui non sia dichiarata l'innocuità. Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte 1° della norma UNI 8520. Le caratteristiche degli aggregati dovranno essere verificate in fase di qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte di azienda dotata di sistema di qualità certificato secondo le norme UNI EN ISO 9000 saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'azienda.

#### **Gesso**

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Il gesso dovrà essere di recente cottura di rocce selenitose costituite al 75% da Solfato di Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ), perfettamente asciutto, di fine macinazione, privo di radioattività (Radio-226 e Torio 232) < 10Bq/Kg e di materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Dovrà provenire direttamente da cava, non essere additivato con sostanze di sintesi chimica, contenere quantità non superiori al 25% di sostanze naturali estranee al solfato di calcio, privo di parti alterate. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Dovrà essere costituito da polvere omogenea, secca, di colore bianco.

L'uso del gesso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione lavori. Per l'accettazione valgono i criteri generali e la norma UNI 5371 ("Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove").

**Gesso naturale** - legante naturale a presa rapida dovrà derivare dalla cottura di rocce selenitose a 130°C, idoneo alla messa in opera di manufatti e stucchi.

**Scagliola naturale per intonaci** - legante naturale a presa relativamente lenta dovrà derivare dalla cottura di rocce selenitose a 180°C, mescolato a colla naturale in scaglie.

**Gesso forte** - legante naturale a presa lenta dovrà derivare dalla cottura di rocce selenitose a 250-300°C, idoneo alla costituzione di massetti per pavimenti e come impasto per decorazioni.

#### **Bitumi**

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" (Fascicolo n. 3 - Edizione 1958) e "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" (Fascicolo n. 1 - Edizione 1951), tutti del C.N.R.

**Art. 2.4 Materiali inerti****Generalità**

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia all'epoca della esecuzione dei lavori.

La granulometria degli aggregati litici degli impasti potrà essere espressamente descritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei conglomerati, e l'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche per ogni lavoro. In particolare per le fondazioni stradali dovranno essere soddisfatti i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4 - Edizione 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

Fermo quanto sopra valgono le seguenti prescrizioni particolari:

La sabbia per le malte e per i calcestruzzi sarà delle migliori cave, di natura silicea, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, scevra da terra, da materie organiche od altre materie eterogenee. Prima dell'impiego, essa dovrà essere lavata e, a richiesta della Direzione dei Lavori, vagliata o stacciata, a seconda dei casi, essendo tutti gli oneri relativi già remunerati dai prezzi dell'Elenco; essa dovrà avere grana adeguata agli impieghi cui deve essere destinata: precisamente, salvo le migliori prescrizioni di legge in materia di opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, dovrà passare attraverso ad un setaccio con maglia del lato di millimetri:

- cinque, per calcestruzzi;
- due e mezzo, per malte da muratura in laterizio o pietra da taglio;
- uno, per malte da intonaci.

Non deve provenire da rocce gessose o in decomposizione né dalla macinazione di scorie d'altoforno. Non dovrà contenere sostanze dannose in percentuali di peso superiori a: componenti organici 0,5% - solfati 1% - cloruri 0,05% (soprattutto per malte a base di cemento). Dovrà essere tale da non reagire chimicamente con la calce e con gli alcali del cemento, per evitare rigonfiamenti e quindi fessurazioni o macchie superficiali.

La ghiaia, il ghiaietto e il ghiaietto saranno silicei, di dimensioni ben assortite, esenti da sabbia, terra ed altre materie eterogenee.

La ghiaia da impiegare nelle malte e nei conglomerati cementizi deve essere costituita da elementi puliti di materiale calcareo o siliceo priva di parti friabili. Le ghiaie sporche andranno accuratamente lavate con acqua dolce, se necessario per eliminare materie nocive.

Prima dell'impiego, questi materiali dovranno essere accuratamente lavati e, occorrendo, vagliati.

Quanto alle dimensioni si stabilisce:

- che la ghiaia passi attraverso griglie con maglie da 5 cm e sia trattenuta da griglie con maniglie da 2.5 cm;
- per il ghiaietto le griglie abbiano maglie rispettivamente di 2.5 cm e 1 cm;
- che il ghiaietto le griglie abbiano maglie rispettivamente di 1 cm e 4 cm

Inerti da frantumazione, dovranno essere ricavati da rocce non gelive od alterate in superficie, il più possibile omogenee, preferibilmente silicee, comunque non friabili ed aventi alta resistenza alla compressione, con esclusione di quelle marnose, gessose, micacee, scistose, feldspatiche e simili.

Qualora la roccia provenga da cave nuove, non accreditate da esperienza specifica, e che per natura e formazione non presentino caratteristiche di sicuro affidamento, la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che vengano effettuate prove di compressione e di gelività su campioni che siano significativi ai fini della coltivazione della cava.

Quando non sia possibile disporre di cave, potrà essere consentita, per la formazione degli inerti, la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavati da scavi, sempreché siano originati da rocce di sufficiente omogeneità e di qualità idonea.

In ogni caso, gli inerti da frantumazioni dovranno essere esenti da impurità o materie polverulente e presentare spigoli vivi, facce piane e scabre e dimensioni assortite; per queste ultime, valgono le indicazioni dei precedenti punti 1) e 2).

**Materiale inerte di recupero**

Materiali provenienti da demolizioni selettive e controllate successiva frantumazione, trattamento e vaglio di calcestruzzo in impianti di riciclaggio autorizzati. Inerti forniti di completa biografia (provenienza e composizione), idoneo alla formazione dell'assortimento granulometrico necessario al confezionamento di miscele legate o non legate, ovvero copia del testo di gestione conforme all'allegato 3 del D.M. 05/02/98, e classificati ai sensi del D.M. 05/02/98 e secondo le tabelle UNI vigenti da destinare a sottofondi stradali (rispondente ai requisiti di cui all'Appendice A, p.tp 6.5 della

Norma UNI 10006), riempimento scavi, piazzali, opere di drenaggio, consolidamento terreni e sottofondazioni.

### **Inerti riciclati per conglomerati cementizi**

Materiali provenienti da demolizioni selettive e controllate successiva frantumazione, trattamento e vaglio di calcestruzzo in impianti di riciclaggio autorizzati. Inerti forniti di completa biografia (provenienza e composizione), ovvero copia del testo di gestione conforme all'allegato 3 del D.M. 05/02/98, e classificati ai sensi del D.M. 05/02/98 e secondo le tabelle UNI vigenti da destinare a inerte per il confezionamento di conglomerati cementizi.

### **Materie prime secondarie**

Potranno esser utilizzati dall'Impresa appaltatrice rifiuti inerti provenienti da scarti o demolizioni selettive e controllate e/o residui provenienti da altri cantieri dell'Impresa medesima ubicati nello stesso contesto territoriale. Potranno esser impiegate le seguenti frazioni da costruzioni e/o demolizioni: metalli, vetri, legni, laterizi, nonché componenti ed elementi edilizi anche provenienti da edifici storici. Tali materie sono esonerate dagli adempimenti previsti per i rifiuti e anche dalle prescrizioni per lo smaltimento. Ognuna delle materie prime secondarie dovrà essere fornita di completa biografia (provenienza e composizione), ovvero copia del testo di gestione conforme all'allegato 3 del D.M. 05/02/98 e classificati ai sensi del D.M. 05/02/98 e secondo le tabelle UNI vigenti. I requisiti e le caratteristiche delle materie prime secondarie dovranno essere del tutto analoghi od equivalenti a quelli dei materiali, componenti ed elementi provenienti da stabilimento come descritti nel presente CSA. Ogni materia prima secondaria dovrà essere debitamente autorizzata dalla DL prima del suo impiego.

Per le pubbliche amministrazioni detto materiale può essere considerato fra i materiali riciclati come da D.Min Amb. Tut. Ter. N. 203 del 08-05-03

In bioedilizia si sconsiglia l'uso di sostanze additivanti

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per la modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

## **Art. 2.5 Elementi di laterizio e calcestruzzo**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 («Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento »).

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni costituiscono utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 20 novembre 1987.

Per i materiali laterizi da impiegarsi nelle zone sismiche dovranno essere rispettate le prescrizioni vigenti di cui alla Legge 02 Febbraio 1974 n° 64 e D.M. 03 Marzo 1975 e successive modifiche od integrazioni.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I manufatti in cemento saranno delle dimensioni, caratteristiche, spessori prescritti, esenti da qualunque anomalia e perfettamente impermeabili, adatti a sopportare il traffico medio-pesante a seconda dei tipi.

I laterizi dovranno essere prodotti da aziende dotate di sistema di qualità certificato e sorvegliato (UNI EN ISO 9002) e Sistema di Gestione Ambientale (UNI EN ISO 14001) con impasti di argille con radioattività (Radio 226 e Torio 232) mai superiore ai 30 Bg/Kg.

I laterizi di qualsiasi dimensione e forma (pieni, semipieni, multiformi, forati, alveolari, tavelloni), dovranno presentare spigoli intatti, privi di fessurazioni, di colore uniforme in tutto il volume, con limatissima presenza di "calcinari" (carbonato di calcio). Potranno essere di geometria rettangolare, per la posa con giunto di malta verticale, oppure di geometrie diverse per la posa ad incastro per la posa senza giunto di malta verticale. In ogni caso le facce dovranno essere planari e rettilinee e gli elementi andranno in opera sempre con giunto di malta orizzontale.

Le argille di grana fine (1) non dovranno essere additivate con altre sostanze estranee (scarti di lavorazione, materie di sintesi) e con indice di radioattività misurato in conformità alla "Radiation Protection 112" ( $I = A_{Th}/200 + A_{Ra}/300 + A_K/3000$ ), minore o uguale a 1. Gli elementi in laterizio saranno definiti con dati tecnici relativi a: dimensioni, peso unitario, peso specifico, massa volumica, rapporto percentuale di foratura, resistenza a compressione, trasmittanza, coefficiente di conduttività termica, isolamento acustico, resistenza al fuoco e permeabilità al vapore ed ogni altro parametro necessario a descrivere le caratteristiche degli elementi. Idonei alla normativa antisismica della Legge 02 Febbraio 1974 n° 64 e D.M. 03 Marzo 1975 e successive modifiche od integrazioni e secondo l'ordinanza della Protezione Civile n. 3274 del 20/03/03. Qualsiasi tipo di additivo, organico o minerale e qualsiasi integrazione devono essere dichiarati dal produttore in termini percentuali e, in particolare, per la possibile cessione in opera.

#### **Elementi in laterizio microporizzato**

Per ottenere termolaterizi caratterizzati da micropori collegati tra loro (poro aperto) le argille potranno essere miscelate con pula di riso, farina di legno naturale, sansa di olive esausta, perlite o vermiculite esenti da residui di lavorazione. Il prodotto finale dovrà essere privo di caratteristiche tossico/nocive sia in fase di smaltimento o di riciclaggio.

In funzione dell'utilizzo sarà certificata la conformità ai limiti previsti D.M. 20/11/97 e D.M. 16/01/96.

#### **Mattoni in terra cruda (ADOBE)**

I mattoni in terra cruda dovranno essere preparati meccanicamente ed essiccati in stabilimento. Saranno impiegate soltanto composizioni con terre grasse o medio-grasse naturali (ad alto o medio contenuto di argilla) esenti da scarti di precedenti attività lavorative, radioattività (Radio-226 e Torio-232) inferiore a 30 Bq/kg. Le terre potranno inoltre essere opportunamente alleggerite con trucioli o scaglie di legno, sughero, fibre di paglia, pula di riso, canapa, perlite, argilla espansa naturale, di granulometrie adeguate. Gli impasti possono essere stabilizzati con additivi di tipo organico o minerale e non di origine petrolchimica. Tutti i componenti saranno dichiarati dal produttore evidenziando la percentuale, la provenienza dei prodotti e l'assenza di rischi per l'ambiente in fase di smaltimento o riciclaggio. I mattoni crudi saranno del tipo pesante (pieno) peso specifico circa 1800 kg/mc, leggero (forato) peso specifico circa 1000 kg/mc. I mattoni in terra cruda saranno definiti con dati tecnici relativi a: dimensioni, peso unitario, peso specifico, massa volumica, rapporto percentuale di foratura, resistenza a compressione, trasmittanza, coefficiente di conduttività termica, isolamento acustico, resistenza al fuoco e permeabilità al vapore ed ogni altro parametro necessario a descrivere le caratteristiche degli elementi

#### **Blocchi prefabbricati per murature**

Per le loro caratteristiche termico-igrometriche è ammesso l'uso di blocchi di calcestruzzo mescolato con argilla espansa o con fibre di legno mineralizzate.

È ammesso anche l'uso di blocchi di gesso, latero-gesso o carton-gesso per la realizzazione di tramezzi divisorii purchè i materiali base siano naturali, privi di additivi chimici e siano prefiniti con malte eco-compatibili.

**Art. 2.6 Armature per calcestruzzo**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 9 gennaio 1996) e relative circolari esplicative. In particolare all'atto dell'impiego i materiali devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

E fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

**Acciaio inox in barre**

Acciaio tondo inossidabile a struttura austenitica per armatura di c.a. ad aderenza migliorata, per analisi chimica rispondenti a 304L (A.I.S.I.) e 316L (A.I.S.I.), rispettivamente acciai al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo (17-26% Cromo, 7-35% Nichel, Carbonio < 0.15%). Entrambi a basso contenuto di carbonio per garantire la saldabilità. Le caratteristiche meccaniche fanno riferimento al tipo Fe B 44 K e dovranno rispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09.01.96 e relative circolari esplicative emanate in applicazione dell'articolo 21 della Legge 05.11.71, n. 1086. Tutte le forniture saranno accompagnate da: un certificato dell'analisi chimica e dell'indice di "pitting" emesso dallo stabilimento di produzione e relativo alla colata di fornitura e da un certificato di Laboratorio Ufficiale che si riferisce al tipo di armatura in modo da identificare l'azienda produttrice, lo stabilimento, il tipo di acciaio e la sua saldabilità.

**Rete elettrosaldata inox**

Rete elettrosaldata ad aderenza migliorata, a struttura austenitica per armatura di c.a. ad aderenza migliorata, per analisi chimica rispondenti a 304L (A.I.S.I.) e 316L (A.I.S.I.), rispettivamente acciai al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo (17-26% Cromo, 7-35% Nichel, Carbonio < 0.15%). Entrambi a basso contenuto di carbonio per garantire la saldabilità. Le caratteristiche meccaniche fanno riferimento al tipo Fe B 44 K e dovranno rispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09.01.96 e relative circolari esplicative emanate in applicazione dell'articolo 21 della Legge 05.11.71, n. 1086. Tutte le forniture saranno accompagnate da: un certificato dell'analisi chimica e dell'indice di "pitting" emesso dallo stabilimento di produzione e relativo alla colata di fornitura e da un certificato di Laboratorio Ufficiale che si riferisce al tipo di armatura in modo da identificare l'azienda produttrice, lo stabilimento, il tipo di acciaio e la sua saldabilità.

Sono consentite in bioedilizia reti in polipropilene estruso (riciclabile) a maglia quadrangolare biorientata caratterizzata da elevata resistenza meccanica ottenuta in fase produttiva mediante stiraggio in direzione longitudinale e trasversale; le giunzioni non dovranno essere ottenute per intreccio o saldatura ma integrate nella struttura della rete

**Art. 2.7 Prodotti a base di legno-legno massiccio (2)****Generalità**

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

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

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

I pali infissi in bioedilizia possono essere in legno di larice con estremità rivestite con puntazza metallica, ghiera di testa e anelli di cerchiatura; come protezione deve essere impregnato con sali di boro e olio di lino.

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

Per il legno, la classificazione per resistenza è bene specificare la specie legnosa come da UNI EN 338 UNI 11035 il tipo di lavorazione, le tolleranze sulle sezioni trasversali (UNI EN 336)

Umidità >18% come da UNI9091 e UNI8939

In bioedilizia si consente la messa in opera con umidità superiori considerando che la sezione trasversale varierà dello 0,24% per ogni punto percentuale di variazione di umidità.

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm.

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranza sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 3$  mm; - tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità non maggiore dell'8%;
- massa volumica: per tipo tenero minore di  $350 \text{ kg/m}^3$ ; per tipo semiduro tra  $350$  e  $800 \text{ kg/m}^3$ ; per tipo duro oltre  $800 \text{ kg/m}^3$ , misurate secondo la norma UNI Vigente.

La superficie potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura)
- levigata (quando ha subito la levigatura)
- rivestita su uno o due facce (placcatura, carte impregnate, smalti, altri).

I pannelli a base di particelle di legno a compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm; - umidità del  $10\% \pm 3\%$ ;
- superficie: grezza ; levigata.

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono fornite con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm;
- umidità non maggiore del  $12\%$ .

## Art. 2.8 Legno lamellare

### Generalità

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Versione particolare di legno lamellare è quella con giunti a dita a tutta sezione (commercialmente detta KVH).

Le travature in legno lamellare dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- sarà utilizzata legname di abete rosso di prima scelta in base alle direttive delle norme DIN 4074;
- le lamelle saranno tagliate nel senso delle fibre e successivamente perfettamente piallate;
- le lamelle avranno un'umidità relativa del  $9\pm 3\%$  per ambienti chiusi e riscaldati, del  $12\pm 3\%$  per ambienti chiusi e non riscaldati e del  $15\pm 3\%$  per ambienti all'aperto, secondo le norme DIN 1052. Questo per permetterà una buona adesione della colla sulle superfici da incollare e per evitare tensioni interne che potrebbero dare luogo a deformazioni e fessurazioni;
- le lamelle saranno essicate ad alta temperatura al fine di distruggere i parassiti animali e le loro uova contenute nel legno per far loro acquistare maggiore resistenza e durezza. Le lamelle saranno quindi incollate su una faccia con una quantità di colle pari a  $0,6 \text{ kg/mq}$ , mediante incollatrice a fili, in modo da formare una superficie omogenea di colla sulla lamella;
- le lamelle saranno incollate di testa con giunto a pettine secondo le norme DIN 68140;
- la pressione sarà omogenea e di almeno  $8,5 \text{ kg/cmq}$ , secondo le norme DIN 1052;

Le colle usate devono essere atossiche, ecocompatibili (deve essere indicato sulla documentazione del prodotto) e presentare una buona resistenza meccanica e stabilità all'invecchiamento, nonché resistenza agli acidi, alcali deboli, solventi, umidità, microrganismi, intemperie, acqua bollente e calore

- la trave finita sarà protetta da vernice impregnante a protezione da insetti, funghi e muffe

verniciatura anch'essa dovrà essere eseguita preferibilmente con prodotti atossici ed ecocompatibili e secondo le norme DIN 68800.(3)

- lo stabilimento di produzione dovrà essere in possesso della certificazione di tipo "A" attestante l'idoneità alla produzione del legno lamellare incollato per strutture di grande luce, rilasciato dall'F.M.P.A. rilasciato dall' Istituto OTTO GRAF dell' Università di Stoccarda (Germania) o equivalente;

- i chiodi, i bulloni e gli elementi zincati standard per la formazione dei giunti e dei collegamenti, seguiranno le norme DN 1052;

- il calcolo delle strutture seguirà le norme italiane ed in mancanza di norme specifiche quelle DIN 1052;

- il legno lamellare da conifere europee incollato dovrà avere flessione 140 kg/cmq trazione assiale 105 kg/cmq compressione assiale 110 kg/cmq compressione normale 20 kg/cmq taglio 9 kg/cmq.

Il modulo di elasticità e di taglio (per il legno essiccato secondo le norme DIN 4074) saranno le seguenti:

- parallelamente alla direzione delle fibre  $E = 110.000 \text{ kg/cmq}$ ;

- perpendicolarmente alla direzione delle fibre  $E = 3.000 \text{ kg/cmq}$ .

## **Art. 2.9 Prodotti di pietre naturali o ricostruite**

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

### ***Marmo (termine commerciale).***

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4.

A questa categoria appartengono:

i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini, i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili, gli alabastri calcarei, le serpentinito, oficalciti;

Livello di radioattività naturale (Radio-226 e Torio-232) non superiore a 30 Bq/kg.

### ***Granito (termine commerciale).***

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7.

A questa categoria appartengono:

i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanerocristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche), altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.), le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica, alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

Livello di radioattività naturale (Radio-226 e Torio-232) non superiore a 30 Bq/kg.

### ***Travertino***

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

Pietra (termine commerciale).

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariaticissima, non inseribili in alcuna classificazione.

Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

rocce tenere e/o poco compatte e rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche, (peperini, tuffi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

L'utilizzo di pietre di origine vulcanica è consentito solo in seguito a una verifica del grado di radioattività.

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI 8458.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) provengano da cave locali regolarmente autorizzate per cui sia già previsto un adeguato piano di recupero ambientale. Dovranno appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona

- geografica richiesta nonché essere conformi a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
  - c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
    - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 2a;
    - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a;
    - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 3a;
    - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 5a;
    - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D 16 novembre 1939 n. 2234;
  - d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.
  - e) L'uso del tufo e del granito deve essere limitato a causa dell'alto tasso di radioattività naturale. In caso di utilizzo è necessario accertarne preventivamente il livello di radioattività.
  - f) Non sono accettabili pietre marnose e quelle attaccabili dagli agenti atmosferici e dell'acqua corrente

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei lavori anche in base ai criteri generali sopra riportati.

## **Art. 2.10 Prodotti per pavimentazione edifici**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

I materiali da pavimentazione devono essere scelti in base al criterio del minor impiego di energia in fase di produzione. Essi non dovranno contenere sostanze inquinanti e radioattive, verranno pertanto accettati soltanto i materiali corredati da un'adeguata documentazione.

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica. (4)

Sono ammessi anche pavimenti incollati purché siano utilizzati, per la posa in opera, colle e vernici atossiche e eco-compatibili derivate cioè da sostanze minerali, vegetali e animali certificate.

La finitura dei pavimenti in legno con olio di lino cotto consente il trattamento del legno con poro ancora aperto e ne permette la traspirabilità. Dovrà contenere solventi vegetali e siccativi privi di piombo, il colore sarà chiaro e limpido, l'odore forte, l'additivazione con oli essenziali ne favorirà la penetrazione e l'adesione al supporto.

In ogni caso il legno deve essere delle essenze nazionali più diffuse, provenire da taglio selettivo o boschi con riforestazione controllata.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
- b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
  - b1) qualità I:
    - piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10 % degli elementi del lotto;
    - imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10 % degli elementi;
  - b2) qualità II:
    - piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20 % degli elementi del lotto;
    - imperfezioni di lavorazione come per la classe I;

- piccole fenditure;
- alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
- b3) qualità III:
  - esenti da difetti che possano compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica), alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
- c) avere contenuto di umidità tra il 10 e il 15 %;
- d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:
  - d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
  - d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;
  - d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;
  - d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;
- e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura;
- f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggono da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

### Pavimenti in Bambù

La pavimentazione in parquet di bambù è particolarmente indicata per luoghi umidi (bagni); la pianta infestante del bambù è coltivabile anche alle nostre latitudini.

Il bamboo è un' erba legnosa che a differenza degli alberi si rigenera in 3-5 anni.

Le fasi di trasformazione della materia prima in prodotto finito sono la segagione delle canne in liste, levigatura delle liste con successiva immersione in un bagno speciale anti muffa, asciugatura, incollatura liste utilizzando collanti naturali, laminazione a caldo, verniciatura finale impermeabilizzante o finitura deve essere effettuata con olii vegetali che ne preservano le qualità estetiche.

La particolare struttura a fibra lunga del bamboo rende il parquet particolarmente adatto alle installazioni d'ambiente dove è maggiormente possibile il contatto con l'acqua, come bagne cucine; in questo caso è consigliata la posa incollata per dare maggiore stabilità al pavimento.

E' possibile inoltre come per altre essenze naturali posate nei bagni, utilizzare specifici sigillanti che penetrano nelle giunture rendendo idrorepellenti le teste ed i fianchi delle liste.

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 87.

A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Assorbimento d'acqua, E in %				
Formatura	Gruppo I E3%	Gruppo IIa 3%<E6%	Gruppo IIb 6%<E10%	Gruppo III E>10%
Estruse(A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate a	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettate in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

I prodotti di seconda scelta saranno accettati dalla DL in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto e alla rispondenza ai requisiti bioedili.

I colori e i minerali aggiunti negli impasti devono risultare privi di radioattività e, a parità di fornitura si dovranno preferire piastrelle la cui smaltatura sia da scheda tecnica definita esente da composti nocivi (arsenico piombo cadmio titanio uranio zinco ....ecc).

I colori (5) e i minerali aggiunti negli impasti di marmette e marmettoni devono risultare privi di radioattività. Sono da escludersi le marmette contenenti resine plastiche.

Per i prodotti definiti «piastrelle comuni di argilla», «piastrelle pressate ed arrotate di argilla » e « mattonelle greificate » dal R.D 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

Per il cotto in generale si utilizzeranno argille di cava ed il prodotto non dovrà essere trattato con vernici che ne impediscano la traspirazione (6); per tale motivo il trattamento superficiale protettivo del “cotto” dovrà essere effettuato sempre con cere e olii naturali in opera.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori.

### **Finiture superficiali (7)**

La composizione di colori e vernici eco-compatibili deve derivare da sostanze minerali, vegetali e animali .

In particolare l'olio di lino cotto consente di trattare le superfici in legno, con poro ancora aperto e in cotto permettendone la traspirabilità, assicurando la naturalezza del materiale, facilitandone la pulizia. Non deve lasciare depositi o essere rancido (acidità max 7%, impurità non superiore all'1% e temperatura di 15%).

Deve contenere solventi vegetali e siccativi privi di piombo, ben depurato, di colore chiaro e limpido, odore forte, l'additivazione con oli essenziali favorisce la penetrazione e l'adesione al supporto.

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.

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) Essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista.
- b) Avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 5137.  
Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi.
- c) Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
  - piastrelle: lunghezza e larghezza + 0,3 %, spessore + 0,2 mm;
  - rotoli: lunghezza + 1%, larghezza + 0,3 %, spessore + 0,2 mm;
  - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
  - rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- d) La durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.
- e) La resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>.
- f) La stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3 % per le piastrelle e dello 0,4 % per i rotoli.
- g) La classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 allegato A3.1).
- h) La resistenza alla bruciatura da sigaretta, inteso come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 5137. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.
- i) Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2.
- j) essere di tipo traspirante

Il controllo delle caratteristiche di cui ai comma da a) ad i) e ..si intende effettuato secondo i criteri indicati nel primo comma del presente articolo utilizzando la norma UNI 8272.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

Prodotti di vinile.

Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle seguenti.

a) Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto del presente articolo avendo il R.D sopracitato quale riferimento.

b) Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamente devono rispondere a quanto segue:

– essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

– le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

– la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15 % per il singolo massello e non più del 10 % per le medie;

– il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

– il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;

– la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel presente articolo.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni.

Si intendono definiti come segue:

– elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);

– elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;

– lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;

– marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;

– marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;

– marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Tutti i materiali scelti **(8)** dovranno rispondere ad un livello di radioattività naturale (Radio-226 e Torio-232) non superiore a 30 Bq/kg.a .

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma UNI 9379.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

L'accettazione avverrà secondo quanto previsto dal presente articolo. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

I pavimenti in linoleum **(9)** dovranno essere composti da olio di lino ossidato e polimerizzato, polvere di legno, pigmenti inalterabili e resine naturali; il tutto calandrato su un supporto a rete di fibre di poliestere nelle piastrelle, in tela di juta nei teli, legato allo strato d'usura in modo indelaminabile. La superficie dev'essere liscia, lucida e marmorizzata, trattata con "finish" di protezione, difficilmente rimovibile. Il rivestimento dovrà essere stato approvato secondo le norme DIN 18171. La classificazione secondo CSTB dovrà essere: U3 P3E1/2C2.

Per una perfetta realizzazione del lavoro di posa, la base dovrà essere liscia, piana, asciutta, dura e pulita.

La manutenzione utilizzerà un detergente neutro ed eventualmente si realizzerà una ceratura per aumentare l'effetto lucido poiché la manutenzione di finitura riduce gli effetti dei processi meccanici e lo scolorimento del linoleum, facilitando la pulizia di mantenimento.

Tipologia	Spessore	Peso
Pavimenti di linoleum	(spessore mm 2,0 conforme norma DIN 18171)	Il peso totale dovrà essere di gr 2.200/mq
Pavimento in linoleum	(spessore mm 2,5 conforme norma DIN 18171)	Il peso totale dovrà essere di gr 2.800/mq
Pavimento in linoleum	(spessore mm 3,2 conforme norma DIN 18171)	Il peso totale dovrà essere di gr 3.500/mq
Pavimento in linoleum	(spessore mm 4,0 conforme norma DIN 18171)	Il peso totale dovrà essere di gr 4.400/mq

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

I prodotti tessili per pavimenti -moquettes cocco e sisal **(10)**.

I prodotti tessili dovranno essere realizzati esclusivamente con fibre naturali (cocco sisal....) indicate nelle schede tecniche del produttore .

I prodotti colorati devono provenire da bagni di tintura naturale.

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto)
- materie naturali come cocco e sisal.

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della norma UNI 8013/1.

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.
- In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento: tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

I criteri di accettazione sono quelli precisati nel punto del presente articolo; i valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma UNI 8014 (varie parti).

I prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

### **Pavimenti in masselli di calcestruzzo autobloccanti per esterni (pavimenti drenanti)**

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti.

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse;
- b) sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- c) le facce d'usura e d'appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- d) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- e) il coefficiente di trasmissione meccanica non dev'essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- f) il coefficiente d'aderenza delle facce laterali dev'essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;
- g) la resistenza convenzionale alla compressione dev'essere maggiore di  $50 \text{ N/mm}^2$  per il singolo elemento e maggiore di  $60 \text{ N/mm}^2$  per la media;

### **Prodotti di metallo (11)**

#### **Art. 2.11 Prodotti per coperture discontinue (a falda)**

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
  - le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
  - le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
  - sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio.
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza  $\pm 3\%$ ; larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi;
- c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15 %;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso.
- e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N.;
- f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;
- g) i criteri di accettazione sono quelli di cui al primo punto del presente articolo. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 ed UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni.

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
  - le fessure non sono ammesse; - le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
  - le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
  - le scagliature sono ammesse in forma leggera;
  - e le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
- b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ; altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria scostamento orizzontale non maggiore del 1,6 % del lato maggiore,
- c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ,
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h.;
- e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 D;
- f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N.;
- g) i criteri di accettazione sono quelli del punto del presente articolo. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Lastre di fibrocemento.

Le lastre possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);
- lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezione traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio);
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati nel presente articolo.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza od integrazione alle seguenti:

- larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza  $\pm 0,4\%$  e massimo 5 mm;
- spessori (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;
- rettilineità dei bordi scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
- caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione);
- tipo 1: 13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre e 15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- tipo 2: 20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre e 16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

- massa volumica apparente;
- tipo 1 :1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;
- tipo 2 :1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo;
- tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
- resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10 %.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 3948 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

- facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 3949);
- tenuta all'acqua, come indicato nel comma 2);
- resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 3949);
- resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguito da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 3949 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel presente articolo.

La rispondenza alla norma UNI 8865 è considerata rispondenza alle prescrizioni predette, ed alla stessa si fa riferimento per le modalità di prova.

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) alle seguenti le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono essere conformi alla norma UNI 6774;
- b) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
- c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alla norma UNI 7074;
- d) i criteri di accettazione sono quelli del presente articolo.

Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ad a completamento caratteristiche:

- a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni e di spessore 1%, resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione. Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;
- b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi; I criteri di accettazione sono quelli del presente articolo. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori. I criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

## **Art. 2.12 Prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane (12)**

- Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;

- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

- al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici ;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Fra le sostanze impermeabilizzanti sottoelencate da capitolato si considerano bioedili le seguenti:

-carte impermeabilizzanti di cellulose impregnate con olii resine e Sali o bitume naturale come la carta kraft, la carta oleata ed il cartonfeltro bitumato;

- geocomposti bentonitici come membrane bentonitiche in cartone biodegradabile

-asfalti naturali e prodotti bentonitici liquidi

Inoltre solo qualora sia necessario garantire una tenuta all'acqua pur garantendo la traspirabilità dell'involucro edilizio sono ritenute sostenibili perché riciclabili e traspiranti i seguenti tipi di membrane di origine sintetica:

-teli sintetici ( in polietilene (PE) in polipropilene (PP), acrilato su velo di poliestere, ecc);

-membrane impermeabili in polietilene ad alta densità (HDPE) con struttura reticolata di microfibra

-materiali geosintetici come teli in tnt (PP e PE) uniti con bentonite sodica

-geomembrane ovvero guaine cuspidate in polietilene estruso ad alta densità(HDPE) unite ad uno o più strati geotessili

Le carte dovranno essere ottenute dall'impasto di fibre di cellulosa impregnata con oli resine naturali e Sali; qualora provenga da riciclo il produttore dovrà garantire l'assenza di trattamenti con sostanze nocive o clorate.

Detti materiali dovranno soddisfare le caratteristiche a seguito riportate.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica; stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo..

a) I tipi di membrane considerate sono:

- Membrane in materiale elastomerico senza armatura:

- Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).
- Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura.

*Nota: Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).*

- Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
- Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
- Membrane polimeriche accoppiate.
- Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.

In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche

particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E; - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F - membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi, In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente capitolato.

Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227.

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191.

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233.

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrane, polimetencatrane, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

## **Art. 2.13 Prodotti di vetro - lastre, profilati ad u e vetri pressati**

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane,
- vetri pressati,

- prodotti di seconda lavorazione.

**(13)**

Per la definizione dei parametri di controllo solare si fa riferimento alla dichiarazioni del produttore relativa a: un valore di trasmittanza U; al fattore solare (secondo la norma EN 410) e alla trasmissione luminosa.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**Vetri (14)**

**I vetri piani grezzi** sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6123 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**I vetri piani lucidi tirati** sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6486 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**I vetri piani trasparenti float** sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6487 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**I vetri piani temprati** sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)** sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**I vetri piani stratificati** sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;
- b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 7172 e norme UNI 9184;
- c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI 7306 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

**I vetri pressati per vetrocemento** armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

## **Art. 2.14 Prodotti diversi - sigillanti, adesivi, geotessili (15)**

### **Generalità**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

**I sigillanti usati in bioedilizia per il riempimento di fessure fra legno che possono sostituire i sigillanti poliuretanicici saranno a base di resine naturali e polvere di sughero,caucciù.**

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

I principali collanti ecologici usati in bioedilizia sono a base minerale, vegetale e animale ed in particolare :

- collanti di lattice naturale per fissaggio di pavimenti tessili e sughero
- collanti a base di leganti diluiti di origine vegetale (per sughero linoleum parquet carta da parati)

- collanti bicomponenti minerali a base di Sali marini per piastrelle
- collante alla caseina per legno
- collanti a base di glutine, caseina, colla di pesce

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture inclinate fra cui tetti giardino.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- Nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo (Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1 \%$ ;
- spessore:  $\pm 3 \%$ ;

Per i valori di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento, alle norme UNI 8279 punti 1, 3, 4, 12, 13, 17 - UNI 8986 e CNR BU. n. 110, 111.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i nontessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

## **Art. 2.15 Infissi in alluminio (16)**

E' consentito l'uso di infissi in alluminio verniciato (**vetrate ventilate**) purché a taglio termico e per cui sia dichiarato nella documentazione tecnica l'uso di materia prima riciclata, l'uso di vernici atossiche e l'adozione di sistemi di risparmio energetico in fase di produzione. Buona norma è che gli spigoli siano arrotondati con raggio minimo di mm2, le superfici piane siano realizzate con inclinazione minima del 15%

### **Infissi a vetro ventilato**

Sono vetrate tecnologiche partizionate in due camere d'aria divise da vetri ad alta permeabilità luminosa. La camera d'aria esterna deve contenere un sistema di oscuramento a veneziana auto-orientante.

Tramite una ventola controllata da un cronotermostato nella seconda camera deve essere creato un flusso forzato di aria aspirata dall'ambiente interno e diffusa verso l'esterno.

Il flusso ventilato reagisce al cambiamento di temperatura accelerando o rallentando la circolazione dell'aria all'interno dell'intercapedine, a seconda delle mutate condizioni esterne creando un cuscinetto termico e acustico che separa dal caldo, dal freddo e dal rumore. Per l'utilizzo di questo sistema costruttivo con scambiatore di calore vedere voce "impianti a ventilazione bilanciata".

### **Caratteristiche prestazionali dei materiali in alluminio e normative**

a) Metodologia di scelta di classi di prestazione per i requisiti di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua secondo UNI 7979. Tabella 1 criteri di scelta delle classi di prestazione di permeabilità all'aria e tenuta all'acqua.

Tipo di esposizione		Campagna aperta				Campagna con rompivento piccole città, periferie				Centro grandi città			
Zone climatiche		A B	C D E	F	A,B,C D,E,F	A B	C D E	F	A,B,C D,E,F	A B	C D E	F	A,B,C D,E,F
Zona di vento	Altezza dell'edific io metri	Classi di permeabilit à all'aria			Classi di tenuta all'acqua	Classi di permeabilità all'aria			Classi di tenuta all'acqua	Classi di permeabilit à all'aria			Classi di tenuta all'acqua
1	10	A 1	A 1	A 2	E1	A1	A1	A2	E1	A 1	A 1	A 2	E1
	20	A 1	A 2	A 2	E2	A1	A2	A2	E2	A 1	A 1	A 2	E1
	40	A 1	A 2	A 2	E2	A1	A2	A2	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	60	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A3	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	80	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A3	E2	A 1	A 2	A 3	E2
	100 e più	A 2	A 3	A 3	E3	A2	A3	A3	E3	A 2	A 3	A 3	E3
2	10	A 1	A 2	A 2	E2	A1	A1	A2	E1	A 1	A 1	A 2	E1
	20	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A3	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	40	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A3	E2	A 1	A 2	A 3	E2
	60	A 2	A 3	A 3	E3	A1	A2	A3	E3	A 1	A 2	A 3	E2
	80	A 2	A 3	A 3	E3	A2	A3	A3	E3	A 2	A 3	A 3	E3
	100 e più	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E3	A 2	A 3	A 3	E3
3	10	A 1	A 2	A 2	E2	A1	A2	A2	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	20	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A3	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	40	A 2	A 3	A 3	E3	A2	A3	A3	E3	A 1	A 2	A 3	E2
	60	A 2	A 3	A 3	E3	A2	A3	A3	E3	A 2	A 3	A 3	E3
	80	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E4	A 2	A 3	A 3	E3
			A 2	A 3	A 3					A 2	A 3	A 3	

4	100 e più	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E4	A 2	A 3	A 3	E4
	10	A 1	A 2	A 3	E2	A1	A2	A2	E2	A 1	A 2	A 2	E2
	20	A 2	A 3	A 3	E3	A2	A3	A3	E3	A 1	A 2	A 3	E2
	40	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E3	A 2	A 3	A 3	E3
	60	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E4	A 2	A 3	A 3	E3
	80	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E4	A 2	A 3	A 3	E4
	100 e più	A 2	A 3	A 3	E4	A2	A3	A3	E4	A 2	A 3	A 3	E4

Per l'utilizzo della tabella 1 è necessario determinare i seguenti parametri

- Tipo di esposizione
- Zona climatica
- Zona di vento
- Altezza dell'edificio

b) Permeabilità all'aria (verifica secondo UNI EN42).

La norma definisce le modalità di controllo della quantità di aria espressa in m<sup>3</sup> h, che attraversa una finestra chiusa per effetto della differenza di pressione fra la superficie esterna ed interna. La permeabilità all'aria viene misurata in laboratorio e viene riferita ai m<sup>2</sup> di superficie apribile (m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>) e ai metri lineari di giunto apribile (m<sup>3</sup>/h m).

La permeabilità all'aria viene definita nelle classi:

- **A1** = perdita massima a 100 Pa 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>
- **A2** = perdita massima a 100 Pa 20 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>
- **A3** = perdita massima a 100 Pa 7 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>

c) Tenuta all'acqua (verifica secondo UNI EN 86).

La tenuta all'acqua (ad una certa pressione) è definita come la capacità di evitare che l'acqua esterna penetri fino a raggiungere parti interne dell'edificio che non sono state progettate per essere bagnate. È ammesso un limitato passaggio di acqua purché il serramento sia stato progettato per contenerla ed evacuarla.

La tenuta all'acqua viene definita nelle seguenti classi:

Classi di prestazione	Pressioni PE
<b>E1</b>	tenuta fra 50 e 150 Pa
<b>E2</b>	tenuta fra 150 e 300 Pa
<b>E3</b>	tenuta fra 300 e 500 Pa
<b>E4</b>	tenuta oltre 500 Pa

d) Resistenza al vento (verifica secondo UNI EN77).

La resistenza a una determinata pressione P1 del vento è definita come la capacità del serramento di:

- sopportare la pressione statica P1
- sopportare 100 pulsazioni tra 0 e P2 = (0,8 P1)
- sopportare la brusca elevazione di pressione da 0 a P3 = (1.8 P1)

Dopo tali prove definite dalle norme, il serramento non dovrà presentare degradi al tamponamento (vetrazione o pannellatura), agli organi di movimento e chiusura, e le eventuali variazioni delle sue prestazioni dovranno essere contenute entro i limiti previsti.

La resistenza al vento viene definita nelle seguenti classi:

Classe	P1	P2	P3
V1	500 Pa	400 Pa	900 Pa
V1a	750 Pa	600 Pa	1350 Pa
V2	1000 Pa	800 Pa	1800 Pa

V2a	1250 Pa	1000 Pa	2250 Pa
V3	1750 Pa	1400 Pa	3150 Pa

Per la scelta appropriata della classe di resistenza ai carichi del vento, il progettista dovrà fare riferimento al DM 16.01.96 e alla successiva circolare del 01/07/96 n°156AA.GG./STC.

Per esempio per una pressione statica di progetto derivante dal calcolo secondo il DM 16.01.96 pari a 710 Pa si dovrebbero richiedere serramenti di classe di resistenza al vento V1A. Invece per una pressione statica di progetto pari a 1600 Pa si dovrebbero richiedere serramenti di classe di resistenza al vento V3.

e) Resistenza meccanica.

I serramenti e gli accessori devono essere resistenti alle sollecitazioni d'uso secondo i limiti stabiliti dalla norma UNI 9158. Le metodologie di prova sono riportate dalla norma UNI EN 107.

**Isolamento acustico.**

La scelta della classe di isolamento acustico di un serramento e/o facciata dovrà essere rapportata alla destinazione d'uso del locale nel quale è inserito e al livello del rumore esterno. Noti questi valori, la classe di prestazione sarà scelta secondo quanto previsto dalla normativa UNI 8204, la quale classifica alcuni tipi di locali in base al livello sonoro di normale tollerabilità.

Tipo	Destinazione del locale	Livello sonoro di normale tollerabilità
<b>1</b>	camere d'ospedale, sale per conferenze, biblioteche, locali per abitazione in zone rurali	30 dB(A)
<b>2</b>	locali di abitazione in zone urbane	35 dB(A)
<b>3</b>	aule scolastiche	45 dB(A)

Il territorio inoltre è diviso in zone in relazione al livello di rumore.

Zona di rumore	Livello sonoro equivalente Leq
zona 1	$L_{eq} < 65 \text{ dB (A)}$
zona 2	$L_{eq} < 70 \text{ dB (A)}$
zona 3	$70 < L_{eq} < 75 \text{ dB (A)}$
zona 4	$L_{eq} > 75 \text{ dB (A)}$

**A** = area di assorbimento acustico equivalente della camera ricevente, espressa in m<sup>2</sup>, calcolata a sua volta utilizzando la seguente formula:

$$A = \frac{0,163 \cdot V}{T}$$

$V$  = volume della camera ricevente espresso in m<sup>3</sup>  
 $T$  = tempo di riverberazione espresso in secondi

Relativamente ai serramenti esterni la norma UNI 8204 riporta nella tabella le classi e il corrispondente potere fonoisolante. L'indice di valutazione  $R_w$  è determinato a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 e 3150 Hz.

Classi	Indice di valutazione del potere fonoisolante
Classe R1	$20 \leq R_w < 27 \text{ dB}$
Classe R2	$27 \leq R_w < 35 \text{ dB}$
Classe R3	$R_w \geq 35 \text{ dB}$

**Simbologia**

- $\leq$  : minore e uguale
- $<$  : minore
- $\geq$  : maggiore o uguale

Se si fa riferimento a misure in opera gli indici sopra riportati devono essere ridotti di 2 dB.

È buona norma utilizzare serramenti il cui potere fonoisolante ( $R_w$ ) non sia inferiore a più di 10 dB rispetto alla parete in cui sono inseriti.

#### Isolamento Termico

La scelta della prestazione di isolamento termico del serramento deve essere operata in base alle esigenze di risparmio energetico secondo la legge 10/91 e i suoi regolamenti di attuazione ed alle esigenze di benessere ambientale.

Con riferimento ai metodi di calcolo della UNI 10345 deve essere richiesto il valore di termotrasmissione dell'intero serramento, tenendo conto di:

- trasmittanza termica del vetro
- trasmittanza termica del telaio
- trasmittanza termica dei pannelli

Per evitare squilibri tra i valori di trasmittanza richiesti e la tenuta dei serramenti e/o facciate è opportuno che il livello della stessa sia rapportato al livello di trasmittanza richiesto.

Es.: isolamento medio superiore a 2,8 W (gruppo 2.2 DIN 4108) classe di tenuta A2  
isolamento medio inferiore a 2,8 W (gruppo 2.1 DIN 4108) classe di tenuta A3.

#### Ventilazione.

Qualora si renda necessario l'adozione di un sistema di ventilazione ne devono essere specificate la tipologia e le caratteristiche es.:

- griglia regolabile
- ventilazione forzata
- altri sistemi.

#### Sicurezza agli urti

Questa prestazione va richiesta per le vetrazioni e per eventuali pannellature sottofinestra con riferimento alla norma UNI 7697.

SITUAZIONI	TIPOLOGIA DI VETRI CONSIGLIATI
Serramenti vetrati con il lato inferiore della lastra a meno di cm 90 da piano di calpestio	stratificati o temperati
Serramenti vetrati posti a meno di cm 90 da piano di calpestio quando vi sia pericolo di caduta nel vuoto	Stratificati
Porte e pareti di vetro	Temperati
Parapetti e balaustre	Stratificati
Palestre e sale di ricreazione	stratificati o temperati
Vetri nelle coperture	armati o stratificati

Nelle applicazioni di vetri su parapetti e rampe di scale occorre tenere presente quanto segue in merito alla sicurezza contro il pericolo di caduta nel vuoto di persone. La norma UNI 7697 prescrive l'esclusivo impiego di lastre di sicurezza del tipo stratificato.

#### Sistema oscurante

Di ogni tipologia di progetto deve essere indicata l'eventuale richiesta di un sistema oscurante e il suo tipo.

In presenza di una richiesta del sistema oscurante deve essere indicata tipologia, materiale costituente e colore nel caso di:

- Avvolgibile (alluminio, acciaio, legno, PVC) con cassonetto (monoblocco, separato). È importante richiedere che il cassonetto non comporti decadimento prestazionale, ma garantisca i medesimi livelli di prestazione di tenuta all'aria e di isolamento acustico assicurati dal serramento.
- Persiane (alluminio, acciaio, legno, PVC)
- Scuri (alluminio, acciaio, legno, PVC)
- Tende (esterne, interne)
- Frangisole
- Altri sistemi (es. vetrocamera con veneziane incorporate).

#### Sicurezza

Al fine di non causare danni fisici o lesioni agli utenti i serramenti e/o facciate dovranno essere concepiti in modo che:

- non vi siano parti taglienti e superfici abrasive che possano ferire nell'utilizzo normale gli utenti o anche gli addetti delle operazioni di manutenzione
- resistano ad operazioni errate (ma possibili) senza rottura di parti vetrate, fuoriuscita di materiali dalla loro sede, rottura di organi di manovra e di bloccaggio ecc...

Nei luoghi di lavoro, in accordo con le prescrizioni normative in materia di sicurezza (D.Lgs. 19 settembre 1994, n°626 e D.Lgs. 19 marzo 1996 n°242) può essere inoltre prescritto di adottare vetri di sicurezza (UNI 5832 - UNI7697)

### **Caratteristiche della vetrazione**

La scelta della vetrazione deve essere fatta secondo criteri prestazionali per rispondere ai requisiti di:

- risparmio energetico
- isolamento acustico
- controllo della radiazione solare
- sicurezza

Per ogni tipologia di serramento dovrà essere indicato il tipo di vetro richiesto, precisandone le caratteristiche, lo spessore nominale, se vetro monolitico o vetrocamera l'eventuale colorazione (chiaro - colorato - opaco) specificando il trattamento delle lastre esempio:

- riflettente
- basso emissivo
- pirolitico
- o altri tipi di coating (magnetronico, trattamento fotocatalitico)

Altri eventuali aspetti prestazionali relativi all'irraggiamento dei vetri

- fattore solare
- fattore energetico

Deve essere specificato se le vetrazioni sono ordinate assieme ai serramenti.

Nel caso di ordine separato di vetri e serramenti, dovrà essere concordato con il fornitore dei serramenti e/o facciate l'onere per la distinta misure vetri e l'eventuale posa in opera.

### **Pannelli**

I pannelli di tamponamento dovranno possedere caratteristiche meccaniche, acustiche e termiche tali da garantire le prestazioni richieste per l'intero manufatto.

In particolare dovranno resistere agli urti in accordo con quanto previsto dalla normativa in materia di sicurezza (D.Lgs. 19 settembre 1994 n°626 e D.Lgs. 19 marzo 1994 n°242).

### **Pulizia dei serramenti e/o facciate (17)**

Per una corretta pulizia dei serramenti e/o facciate si dovrà richiedere al fornitore le caratteristiche dei prodotti da impiegare e le precauzioni da adottare in funzione del tipo di finitura superficiale, per ottenere una pulizia ottimale delle superfici. Lo stesso può essere fatto presso il fornitore dei vetri, in particolare per quelli con trattamenti sulle superfici esterne accessibili.

### **Trattamenti**

a) protezione mediante verniciatura.

La verniciatura dovrà possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983 ed essere del tipo a polvere nel colore sarà scelto dalla D.L. su cartella RAL..

Prima della verniciatura, la superficie dei profili dovrà essere trattata con le seguenti operazioni di pretrattamento in tunnel:

- sgrassaggio,
- lavaggio,
- decapaggio,
- lavaggio,
- cromatazione tipo giallo-oro,
- doppio lavaggio in acqua demineralizzata,
- passaggio in forno di asciugatura.

Successivamente dovranno venire applicate le polveri tramite verniciatura a spruzzo in cabina automatica con pistole elettrostatiche a movimento alternativo con passaggio successivo in forno a 180° - 200° per la polimerizzazione della vernice (operazioni da eseguire secondo schede tecniche del produttore vernice).

Le polveri utilizzate dovranno essere omologate QUALICOAT o GSB ed essere prodotte da aziende certificate ISO 9000.

Lo spessore di verniciatura dovrà essere di almeno 60 micron.

La ditta che eseguirà la verniciatura dovrà essere in possesso della licenza Qualicoat.

Il rivestimento applicato sulle superfici non dovrà presentare alcuna incisione che metta a nudo il metallo. L'aspetto delle superfici in vista dovrà essere uniforme sia nella tonalità di colore, sia nel grado di brillantezza. Il rivestimento dovrà essere esente da graffi, rigonfiamenti, colature, ondulazioni e altre imperfezioni superficiali visibili ad occhio nudo ad una distanza non inferiore a 5 metri per le parti esterne e non inferiore a 3 metri per le parti interne. Se fosse necessario assicurare una determinata brillantezza, i valori dovranno essere concordati fra Committente e fornitore secondo la tabella che prevede 3 categorie

- 1 elevata brillantezza (lucido) gloss >80 con tolleranza  $\pm 8$  gloss
- 2 media brillantezza (semilucido) gloss da 30 a 80 con tolleranza  $\pm 5$  gloss
- 3 bassa brillantezza (opaco) gloss <30 con tolleranza  $\pm 5$  gloss

L'uniformità e la tonalità della colorazione dovranno essere concordati tra Committente e fornitore mediante campionatura di riferimento.

a) Protezione mediante ossidazione anodica.

L'ossidazione anodica dovrà possedere le proprietà previste dalla norma UNI10681 e verrà eseguita sui profili con pretrattamento superficiale di tipo E2 (spazzolatura mediante scotch brite).

Lo spessore di ossido anodico dovrà corrispondere alle norme UNI 5347-64, mentre per la qualità del fissaggio dello strato di ossido anodico si farà riferimento alle UNI 3397-63.

I trattamenti dovranno essere garantiti con marchio di qualità (EURAS-EWAA) QUALANOD ed essere eseguiti da azienda certificata ISO 9000.

I profili con parti in vista dovranno avere finitura Architettonico Spazzolato (ARS), mentre i profili non in vista la finitura dovrà essere Architettonico Satinato Chimicamente (ARC).

Il tipo di colorazione e spessore di ossido anodico sarà a scelta della D.L.

Ossidazione adottata:.....

Spessore ossido: classe 15 o 20

(15 o 20 micron, secondo condizioni ambientali)

(possibile anodizzazione colore naturale, bronzo chiaro, bronzo medio, elettrocolore bronzo medio, elettrocolore bronzo scuro, elettrocolore nero).

I particolari anodizzati devono essere esenti da difetti visibili presenti nella superficie significativa quando vengono esaminati da una distanza non inferiore a 5 metri per applicazioni esterne, ed a 3 metri per applicazioni interne.

Le caratteristiche visive superficiali (uniformità d'aspetto, colorazione, eccetera.) dovranno essere concordate tra Committente e Fornitore a mezzo di due campioni corrispondenti ai limiti di tolleranza delle caratteristiche stesse nel caso di finiture anodizzate.

Tra diversi lotti di diverso materiale, o tra diverse forme dello stesso, si possono verificare variazioni dell'aspetto e del colore sulla superficie anodizzata. Talvolta l'osservazione sotto determinato angolo visivo evidenzia differenze di brillantezza, righe d'estrusione o altri difetti visivi. Queste differenze non pregiudicano la qualità del rivestimento anodico. I limiti in cui esse sono accettabili devono essere concordate tra Committente e Fornitore.

### **Bancali scossaline e raccordi in lamiera**

Se previsti a disegno, i serramenti dovranno essere completi di bancale in alluminio, collegamenti laterali e superiori in alluminio verniciato o anodizzato dello stesso tipo e colore dei serramenti (previa approvazione).

Lo spessore delle lattonerie dovrà essere conseguente al loro sviluppo comunque non inferiore a 15/10. I sagomati dovranno essere montati in modo da non presentare viti o rivettature in vista. Lo sviluppo delle lattonerie dovrà coprire interamente le parti murarie, con risvolti di almeno 5 cm.

Qualora le parti esterne esposte alla pioggia avessero superfici piane superiori ai 20 cm dovranno essere trattate con antirombo.

### **Controtelai**

I controtelai ove necessario dovranno essere in acciaio zincato, di sezione tubolare idonea, completi di zanche o fori di fissaggio ogni 70-80 cm.

La posa dovrà essere eseguita rispettando i livelli e gli allineamenti concordati con la D.L., avendo cura che non venga alterata la regolarità dimensionale del manufatto.

### **Vetrazione**

I vetri dovranno avere uno spessore adeguato alle dimensioni e all'uso degli infissi su cui verranno montati. Gli spessori dovranno essere calcolati secondo la norma UNI 7143-72 se non specificamente indicati negli allegati facente parte della presente richiesta.

Nella scelta dei vetri sarà necessario attenersi a quanto previsto dalla norma UNI 7697 per il rispetto della legge n° 224 del 24.05.88 concernente la responsabilità del produttore per danno da prodotti difettosi.

I vetri ed i cristalli dovranno essere di prima qualità, perfettamente incolori e trasparenti con superfici complanari piane. Dovranno risultare conformi alle norme UNI 5832-72, 6123-75; 6486-75; 6487-75; 7142-72.

I vetri dovranno essere posti in opera nel rispetto della norma UNI 6534-74, con l'impiego di tasselli di adeguata durezza, a seconda della funzione portante o distanziale. I tasselli dovranno garantire l'appoggio di entrambe le lastre del vetrocamera e dovranno avere una lunghezza idonea in base al peso da sopportare. La tenuta attorno alle lastre di vetro dovrà essere eseguita con idonee guarnizioni in EPDM o Dutral opportunamente giuntate agli angoli.

La sigillatura tra le due lastre componenti la vetrata isolante dovrà essere effettuata mediante una prima barriera elastoplastica a base di gomma butilica e una seconda barriera a base di polimeri polisulfurici. Nel canalino distanziatore dovranno essere inseriti sali disidratanti con setaccio molecolare di 3 Amstrong che lo dovranno riempire su tutto il perimetro.

Il produttore delle vetrate isolanti dovrà garantire la corrispondenza delle stesse a quanto indicato nella norma UNI 10593/1/2/3/4 e di essere in possesso del marchio di qualità Assovetro MQV.

I vetrocamera dovranno essere forniti di garanzia decennale contro la presenza di umidità condensata all'interno delle lastre.

Se richiesti vetrocamera a bassa emissività questi dovranno avere un K termico di  $1,6 \text{ Wm}^2\text{K}$  e intercapedine di 12 mm.

I vetri di sicurezza dovranno essere realizzati negli spessori indicati nell'elenco prezzi, composti da due o più lastre di cristallo con interposizione di pellicola in PVB (Polivinilbutilrrale) dello spessore da definire con la D.L.

### Glossario termini tecnici vetro :

- T.L. Trasmissione luminosa (%).** Flusso luminoso direttamente trasmesso attraverso il vetro.
- RL Riflessione luminosa (%).** Flusso luminoso riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.
- Tuv Trasmissione Uv (%).** Flusso trasmesso di raggi ultravioletti (UV A+B, da 0,28-0,38 micron).
- TE Trasmissione energetica (%).** Flusso energetico direttamente trasmesso attraverso il vetro.
- RE Riflessione energetica (%).** Flusso energetico riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.
- AE Assorbimento energetico (%).** Energia assorbita dalle lastre.
- FS Fattore solare (%).** Rapporto tra l'energia solare entrante (somma dell'energia passata direttamente all'interno [TE] più quella assorbita dalle lastre e ritrasmessa all'interno per convezione e irraggiamento nello spettro dell'infrarosso lontano) e l'energia solare incidente. Valori calcolati secondo ISO 9050.
- K Trasmittanza termica  $\text{W/m}^2\text{K}$ .** Rappresenta la quantità di calore espressa in Watt che si trasmette attraverso un metro quadrato di superficie per ogni grado di differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno. Valori calcolati secondo ISO-DP 10292.
- SC Shading coefficient.** Il coefficiente shading è il rapporto tra l'energia solare totale che passa attraverso la vetrata considerata e l'energia solare totale che attraversa un vetro monolitico chiaro di riferimento dello spessore di 3 mm. Il coefficiente shading di un vetro chiaro avente uno spessore di 3mm è uguale a 1.  $SC=(FS/87)$ .
- Ra Indice di fedeltà dei colori calcolato secondo la normativa DIN 6169.**
- Is Indice di selettività.** È il rapporto fra la trasmissione luminosa ed il Fattore Solare. Tanto più il valore è maggiore di 1 e tanto più il vetro è selettivo.

### Art. 2.16 Infissi

Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere punto 3 b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

In bioedilizia vengono principalmente utilizzati:

#### **Gli infissi interni (18)**

**Gli infissi esterni** realizzati con legno massello di prima scelta stagionato naturalmente dichiarato dal fornitore di provenienza europea a taglio selettivo da forestazione produttiva, con umidità relativa compresa fra il 12 e 18%, ricco di sostanze autoprotettive quali oleoresine fenoli e tannini trattato con aria compressa a 60° in autoclave o a microonde con esclusione di collanti contenenti solventi a base di urea formaldeide; garanzie di tenuta all'acqua ed al vento conformi alle richieste con riferimento alle classificazioni previste dalle norme vigenti; il Direttore Lavori dovrà verificare che il materiale usato per il montaggio del telaio non dovrà essere a base di schiume, resine mastici siliconi di origine sintetica; i fissaggi con guarnizioni saranno in mastice /caucciù naturale.

Gli infissi esterni saranno realizzati preferibilmente con doppio vetro basso emissivo e alta tenuta all'aria.

#### **Camino solare**

Sistema ottico di captazione della luce, proveniente dall'esterno, attraverso una cupola trasparente in policarbonato ad alta resistenza trattato per riflettere i raggi ultravioletti da posizionare sul tetto o su aree esterne e la successiva riflessione sulla struttura tubolare, ad assetto variabile, che convoglia la luce solare verso l'interno; corredato di cupola trasparente, riflettore sferico, scossaline metalliche, guarnizioni, tenuta stagna, tubo sagomabile in acciaio o in rame laccato con elevata riflettività interna e protetto per evitare l'ingiallimento dei raggi UV, anello per soffitto, diffusore in metacrilato a struttura prismatica, ancoraggi, viti. Diametro valibile da 25 a 40 cm, lunghezza da 50 cm a 600 cm, accessorizzato con serranda per la ventilazione dei locali, oscurante e regolatore e di luce. Per usi civili, industriali, impianti sportivi coperti, ambienti interrati, luoghi di riunione e centri commerciali.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza

(colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il Direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari; camere climatiche, ecc.). La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

#### **Porte e portoni omologati REI**

Il serramento omologato REI dovrà essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato ed alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento.

La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova.

### **Art. 2.17 Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio.

I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).
- a seconda della loro collocazione
- per esterno;
- per interno.

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

a) Prodotti rigidi.

- Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
- Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo: prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione ecologici.
- Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori; Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

Per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue.

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

b) Prodotti flessibili.

- Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali del 1,5 % sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e, quando richiesto, avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

- I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.
- Lastre di sughero per rivestimento
- Linoleum vedi pavimentazioni

Per le categorie carta e tessuti la rispondenza alle norme UNI EN 233, 235 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

c) Prodotti fluidi od in pasta.

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- TRASPIRABILITA'
- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

I prodotti vernicianti in bioedilizia sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante ecologico e preferibilmente all'acqua, da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte ecologiche, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti naturali, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture ecologiche, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici ecologiche all'acqua, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- pitture fotocatalitiche in grado di ridurre l'inquinamento atmosferico ed indoor
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato. (si sconsiglia l'uso)

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);

- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Nella bioedilizia i seguenti materiali vengono impiegati per le finiture come prodotti fluidi

### **Olio di lino cotto**

Consente di trattare superfici in legno (con poro ancora aperto) ed in cotto permettendone la traspirabilità, fornendo una media protezione e facilitandone la pulizia. Non deve lasciare alcun deposito, né essere rancido. Disteso su una lastra di vetro o di metallo deve essiccare completamente nell'arco delle 24 ore. Dovrà avere acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1%, alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa tra 0,91-0,93%.

L'impregnante a base di olio di lino deve contenere solventi vegetali e siccativi privi di piombo, dovrà essere depurato, di colore chiaro, limpido, esente da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce o simili. L'additivazione con oli essenziali di origine naturale favorisce la penetrazione e l'adesione al supporto.

### **Latte di calce**

Deve essere preparato con calce grassa naturale, bianca, spenta per immersione e resine naturali, in modo da permettere la traspirabilità e lavabilità della superficie trattata e non dare alcun effetto antisettico al locale.

### **Colori ad acqua, a colla e a olio**

Le terre coloranti di origine naturale destinate alle tinte ad acqua, prive di sostanze di sintesi chimica derivanti dal petrolio, a colla naturale o ad olio, dovranno essere finemente macinate, scevre di sostanze eterogenee, perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli. Le paste pigmentate dovranno contenere pigmenti minerali puri, oli vegetali ed essenziali, cera d'api, caseina, colofonia (pece greca, residuo solido della distillazione da resina di conifere), sali di boro, terpeni (idrocarburi da oli essenziali e resine naturali), e dovranno essere prive di siccativi al piombo, riempitivi, acrilati (sale dell'acido acrilico) o cariche di alcun genere. Le idropitture saranno traspiranti e non dovranno produrre emissioni dannose in caso d'incendio. La velatura, pittura a base di olio di resine naturali o di colla e terre, dovrà risultare impermeabile, traspirante, resistente agli agenti atmosferici ed alla luce solare.

### **Smalti**

Devono essere ad alta aderenza e composti da pigmenti naturali con veicolo legante di resine bioecologiche.

### **Trattamenti protettivi di superfici metalliche**

Il trattamento dovrà essere effettuato con prodotti naturali privi di piombo. Tali procedimenti dovranno dare un prodotto dielettrico (a bassissima conducibilità elettrica) ed antistatico resistente alla corrosione, al calore, agli agenti chimici, ai comuni solventi, alla deformabilità ed all'abrasione. Per la protezione dal fuoco e dal calore i prodotti impiegati dovranno essere intumescenti ed atossici.

Il prodotto dovrà essere munito di chiara scheda tecnica che attesti l'esclusivo utilizzo di sostanze naturali fra cui : Standolo di lino , olio di tung, olio di ricino, cera d'api, cera carnauba, resine vegetali indurite con calce, lecitina di soia, bentonite, talco privo di amianto, terre coloranti naturali, grafite, solventi a base di terpeni di arancio, essiccativi (Co Zr Ca) esenti da piombo.

### **Sali di boro**

Il trattamento protettivo delle superfici lignee e delle pareti murarie soggette a muffe potrà essere realizzato con prodotti a base di sodio borato che le preservino dall'attacco di funghi e tarli ed abbiano effetto ignifugante.

**Cere, olii, resine**

Possono essere usate per rendere idrorepellenti pavimenti, coperture e murature. Devono avere un odore gradevole, essere trasparenti, non impedire traspirazione del legno; devono essere a base di cera d'api o di carnauba, oli vegetali (lino, tung, cartamo, soia), resine naturali (pino, larice, colofonia ecc.) e altre sostanze, quali terre, scorze d'agrumi, cocciniglia, gommalacca, caseina, alcool.

**Tempere**

Devono essere costituite da gesso, colofonia o caseina e terre colorate; la buona composizione della tempera è importante perché una volta asciutta non disperda nell'ambiente polvere di gesso. Teme l'umidità e non è lavabile. I collanti naturali si devono aggiungere per consentire la traspirabilità dell'oggetto trattato ed evitare sfaldamenti della tempera e la sua fermentazione.

**Colorazioni ai silicati**

A base di potassio con pigmenti naturali devono essere in grado di garantire superfici lavabili, trasparenti, idrorepellente e resistente.

**Marmorini**

Dovrà essere a base di calce con aggiunta di polvere di marmo, elementi impermeabilizzanti quali olio, sapone, cera e pigmenti. Dovrà risultare traspirante, lavabile e non dilavarsi con l'acqua meteorica (idrorepellente).

**Solventi**

Devono essere a base di trementina vegetale, terpeni o oli essenziali, non contenere prodotti di sintesi chimica, aromatici. Devono essere biodegradabili e avere un potere solvente su olio, grassi, cere e resine.

**Impregnanti**

A base di caseina, cera d'api, colofonia, oli vegetali, sali di boro, terpeni d'arancio, oli essenziali e acqua. Vengono utilizzati per diminuire l'assorbimento dei supporti, rendere satinata le vecchie pitture murali o su legno; gli impregnanti dopo essere stati applicati devono permettere la traspirabilità del materiale.

**Art. 2.18 Prodotti per isolamento termico****Generalità**

Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati. Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

a) Materiali fabbricati in stabilimenti: (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso;

Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno, sughero, cellulosa, truciolari;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno o sughero.

Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

**Materiali multistrato**

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alle proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi A1 ad A4.

b) Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura.

Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta.

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta.

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta.

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

Combinazione di materiali di diversa struttura.

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

Materiali alla rinfusa.

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- b) spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- c) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla legge 9-1-1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 (FA 1 - FA 2 - FA 3).

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.
- **Traspirabilità**
- **riciclabilità**

Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il D.L. può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

**Prodotti per isolamento di derivazione naturale o prodotti di sintesi ecocompatibili (19) devono:**

- essere traspiranti al vapore;
- essere inattaccabili da muffe;
- essere resistenti al fuoco;
- essere inodore;

- essere elettricamente neutri;
- provenire da materie prime rinnovabili;
- essere riciclabili;
- non essere radioattivi;
- non essere inquinanti;
- non essere dannosi per la salute;

**I materiali isolanti usati in bioedilizia** di seguito analizzati in relazione alla loro composizione chimica organica (vegetale, animale); inorganica (minerale, sintetica ottenuta da sostanze riciclate o riciclabili) mista, verranno suddivisi per caratteristica del singolo materiale; a seconda delle caratteristiche del prodotto potranno essere impiegati per isolamento termico e/o acustico ed usati singolarmente o in sistemi costituiti da più elementi.

### **Materiali di origine vegetale**

#### **Fibra di cellulosa**

Dovrà essere ottenuta dalla trasformazione della carta riciclata di giornale successivamente impregnata con sali borici per proteggerla da parassiti funghi e incendi. Non dovrà contenere amianto, formaldeide, fibre di vetro.

Può essere utilizzata per isolamento termico contenendo, all'interno della sua struttura in fibre medio-corte, microscopiche celle d'aria che favoriscono una perfetta resistenza al flusso di calore sia verso l'esterno (che verso l'interno).

È impiegata mediante insufflaggio (all'interno di intercapedini, in sottotetti, ecc.) ovvero a spruzzo con collanti ecocompatibili su superfici in legno, cemento, metallo, sia su pareti che su soffitti.

Inattaccabile dagli insetti, imputrescibile, igroscopica (ma senza perdita di capacità isolante in presenza di umidità), resistente al fuoco, atossica, traspirante, elettrostaticamente neutra, aspetto spugnoso, riciclabile, economica. Durante l'applicazione del prodotto è necessaria maschera protettiva a causa dell'inquinamento da polvere, per evitare fuoriuscita di polveri è opportuno isolare le pareti insufflate in modo stagno.

#### **Fibre di juta**

La juta, materiale tessile costituito da fili fibrosi, ricavato dalla corteccia di piante africane ed asiatiche, dovrà subire successivi processi di macerazione in acqua ed ulteriori lavorazioni al fine dell'ottenimento di un tessuto sotto forma di feltro o fiocco.

Può essere utilizzata in forma grezza (lana di juta) come sigillante, oppure in forma di feltro per isolamento acustico. Materiale traspirante elettrostaticamente neutro, riciclabile, igroscopico può essere usato come coibente acustico.

#### **Canapa**

Viene utilizzata la parte legnosa del fusto di canapa ed impregnata con Sali minerali per impermeabilizzarla dall'umidità; viene prodotta in rotoli, pannelli stoppa e sfusa per insufflaggio.

#### **Canna palustre (termoacustico)**

Il materiale cresce spontaneamente in zone paludose, dal taglio le piante ricrescono rapidamente ; il prodotto viene tagliato, ripulito legato con filo e confezionato in rotoli per isolamento termoacustico.

#### **Fibra di cocco (termoacustico)**

Deve essere ricavata dal mesocarpo della noce di cocco (uno spesso strato fibroso che ricopre il guscio) tramite pressatura e trinciatura della fibra dopo una macerazione in vasche d'acqua per cinque-otto mesi al fine di eliminare le parti deteriorabili. Può essere utilizzata in pannelli o materassini. È impiegata per isolamento termo-acustico nelle murature perimetrali e nelle murature interne, per isolamento termico dei sottotetti nella realizzazione di coperture ventilate, per l'isolamento acustico ai rumori di calpestio. Traspirante, immarcescibile, elastica, inalterabile nel tempo, riutilizzabile, infiammabile a lenta combustione (da ignifugare con sali borici), antistatica, inattaccabile dagli insetti o batteri, inappetibile ai roditori, riciclabile.

#### **Fibre di legno**

Dovranno essere ricavate da trucioli o lana di legno direttamente provenienti da scarti non trattati di

segheria. Potranno essere utilizzate

-in pannelli ottenuti per autoincollaggio (lignina) della lana di legno ricavata da corteccia e rami di conifere (Caratteristiche: traspiranti, esenti da emissioni tossiche, non caricabili elettrostaticamente, riciclabili come combustibile

-sotto forma di fibre di legno mineralizzate previa impregnatura delle fibre stesse con magnesite che lega e mineralizza le fibre stesse alla temperatura di 500 °C (Caratteristiche: igroscopiche, permeabili, ignifughe, antistatiche, traspiranti ad alta capacità di diffusione, inattaccabili da insetti, imputrescibili, indeformabili, riciclabili. L'essenza, in quest'ultimo caso, sarà generalmente il pioppo, usando scarti di lavorazione privati delle sostanze organiche. I pannelli di fibre di pioppo mineralizzate con legante magnesiaco non dovranno essere stratificati con altri materiali che non siano bioecocompatibili e dovranno essere applicati con mastice naturale riciclabile come inerte per cls

-in pannelli in fibra di legno mineralizzata previa impregnatura delle fibre con cemento esente da metalli nocivi e sviluppo di gas tossici riciclabile come inerte per cls

### **Sughero**

I granuli ottenuti dalla corteccia rinnovabile della quercia da sughero per successive fasi di frantumazione e macinazione, devono subire un processo di pluriventilazione per liberarli da residui legnosi e da altri materiali che possono determinare alterazioni dovute all'umidità.

Può essere utilizzato in forma granulata con diverse pezzature in relazione all'impiego (sfuso per intercapedini, impastato con calce spenta o legante pozzolanico naturale per massetti, ecc.) oppure in pannelli (per intercapedini, solai, coperture, isolamenti a cappotto, ecc.).

I pannelli dovranno essere realizzati con sughero granulato autoincollato per compressione in forni riscaldati alla temperatura di circa 380 °C tramite proprie resine (suberina) che vengono sprigionate alle alte temperature dal materiale stesso. Per evitare discontinuità nella coibentazione è necessario impiegare pannelli in duplici strati a giunti sfalsati. La granulometria è compresa fra i 4 e gli 11 mm, igroscopico, elastico, traspirante, imputrescibile, inattaccabile da parassiti e muffe, stabile, indeteriorabile, atossico, di media resistenza al fuoco ed anche classe 1 (in caso di incendio non produce gas tossici), antistatico, riciclabile.

### **Kenaf**

Isolante termoacustico; deve essere realizzato con fibre di Kenaf provenienti dalla coltivazione a cui vengono aggiunti rinforzi in fibra di poliestere riciclabile; per la sua natura non contenendo sostanze proteiche non necessita di trattamento antitermico. Utilizzato in pannelli e feltri in rotolo.

## **Materiali di origine animale**

### **Lana di pecora**

Deve essere lavata con sapone e sciacquata con soda comune; le fibre così ottenute si devono rafforzare e proteggere dalle tarme sottoponendo il materiale a Sali di boro, che ne aumenta anche la resistenza al fuoco.

La lana deve essere priva di additivi nocivi e non decomporsi, può essere associata a juta e canapa, mentre sono da evitare le combinazioni con poliestere.

## **Materiali di origine minerale**

### **Argilla espansa**

Deve derivare da argille crude prive di sostanze quali calcari, cloruri, solfati, sostanze organiche combuste (carbonio), metalli pesanti.

Dovrà provenire dall'espansione del materiale originario per cottura in forni rotanti a circa 1200 °C. L'alta temperatura determina una pressione interna dovuta all'azione dei componenti organici volatili presenti che, prima di essere del tutto eliminati, si espandono creando una dilatazione dei granuli.

La struttura dovrà risultare a granuli sferici di dimensioni variabili.

Può essere utilizzata sciolta, impastata con calce spenta o legante pozzolanico naturale, in blocchi compatti. È impiegata per il riempimento di intercapedini, per massetti alleggeriti, per murature. La particolare struttura fisica e geometrica garantisce una migliore uniformità di diffusione per insufflaggio

nelle intercapedini rispetto a materiali analoghi, riducendo notevolmente i rischi di ponti termici. Minerale leggero, incombustibile, atossico, inattaccabile da agenti chimici e da parassiti, roditori e insetti, imputrescibile, inalterabile nel tempo, riciclabile.

**Laterizi alveolari o microporizzati** (vedere voce murature)

#### **Calcite**

Dovrà provenire dall'espansione di una roccia a struttura microporosa con shock alla temperatura di 1200 °C tale che il peso sia circa 100 Kg/m<sup>3</sup>.

Può essere utilizzata, adeguatamente miscelata con calce idraulica, per ottenere una malta minerale naturale da impiegare per intonaci. Fonoassorbente, coibente, resistente al fuoco (non brucia, non contribuisce allo sviluppo dell'incendio, non subisce trasformazioni chimiche), imputrescibile, alta diffusività, riciclabile.

#### **Perlite espansa**

Dovrà derivare dalla espansione della riolite, roccia vulcanica classificata come lava di recente effusione, caratterizzata da pori di ridottissime dimensioni e cellule chiuse; del materiale dovrà essere certificata l'assenza di radioattività. L'espansione può variare fino a 20 volte il volume originario, producendo un granulato molto leggero.

Può essere utilizzata in granuli o pannelli.

È impiegata per sottofondi, massetti e calcestruzzi alleggeriti, come additivo per intonaci, isolamento di tetti, coperture piane. Leggera, porosa, traspirante, chimicamente inerte, resistente al fuoco (in caso di incendio non emette fumi tossici), inattaccabile da parassiti, roditori e insetti, riciclabile come inerte per calcestruzzo.

#### **Vermiculite espansa**

Dovrà derivare da un silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossidi di ferro (minerale filosilicato di tipo argilloso), estratto in blocco e poi trattato ad alte temperature con eliminazione di impurità e sostanze organiche. L'espansione può variare fino a 15-50 volte il volume originario.

Può essere utilizzata in granuli insufflati in intercapedini nonché come additivo per l'alleggerimento del calcestruzzo e per intonaci resistenti al fuoco.

Caratteristiche: chimicamente inerte, esente da emissioni, incombustibile (in caso di incendio non emette fumi tossici), inattaccabile da parassiti, roditori e insetti, riciclabile come inerte per calcestruzzo.

#### **Vetro cellulare espanso (vetroschiuma)**

Isolante alveolare leggero ottenuto da vetro chimicamente puro, mediante un processo di fusione, e successiva espansione, senza l'utilizzo di leganti.

Può essere utilizzato sotto forma di lastre, pannelli, coppelle ed elementi vari. Dovrà essere impiegato solo nei casi in cui non sia necessaria o sia stata già compromessa la traspirabilità del supporto da coibentare oppure quando sia necessario applicare una barriera al vapore.

Caratteristiche: impermeabile, stagno al vapor d'acqua, incombustibile, resistente a materie aggressive ed agli attacchi di parassiti e roditori,

L'applicazione dei pannelli richiede l'uso di adesivi e sigillanti che possono essere inquinanti

Riciclabile per frantumazione e utilizzo dei frammenti come materia prima.

### **Materiali sintetici di riciclo (20)**

#### **Art. 2.19 Prodotti per pareti esterne e partizioni interne**

Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio. Le partizioni interne in bioedilizia devono garantire la traspirabilità del sistema edilizio e l'utilizzo di materiali naturali identificati nella scheda tecnica del produttore.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei

campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI 8942 parte 2- (detta norma è allineata alle prescrizioni del D.M. sulle murature);
- gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla direzione dei lavori;
- gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettate in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla direzione dei lavori.

**I prodotti ed i componenti per realizzazione di pareti in legno** dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

le Pareti esterne massicce in legno dovranno essere realizzate con legno proveniente da siti a forestazione controllata costituite da più strati alternati da tavole piene e da distanziatori in legno incollati con prodotti ecocompatibili che creano intercapedini d'aria. Detto pacchetto dovrà essere rivestito verso l'esterno da adeguato isolamento con pannelli a fibra di legno od altro isolante minerale.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla direzione dei lavori.

I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

**Prodotti a base di cartongesso (21).**

Devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla direzione dei lavori.

**Art. 2.20 Prodotti per assorbimento acustico**

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a / W_i$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;  $W_a$  è l'energia sonora assorbita.

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1) Minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);

2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolati, canna palustre, fibra di cocco e juta).

3) Misti (kenaf)

b) Materiali cellulari.

1) Minerali:

– calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);

– laterizi alveolari;

– prodotti a base di tufo (da utilizzare previa verifica di indici di radioattività del materiale).

2) Sintetici:

– poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);

– polipropilene a celle aperte.

– Sintetici di riciclo (poliestere e fibra di gomma riciclati)

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;

– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;

– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;

– coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI ISO 354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

– resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);

– reazione e/o comportamento al fuoco;

– limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;

– compatibilità chimico-fisica con altri materiali;

– Traspirabilità;

– Riciclabilità.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.  
In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.  
Per materiali ad assorbimento acustico usati in bioedilizia vedere la specifica nota alla voce B218

### **Art. 2.21 Prodotti per isolamento acustico**

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i / W_t$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;  $W_t$  è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza di intercapedine d'aria.

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- Dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- Spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori.
- Massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica.
- Potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 82703/3, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- Fattore di perdita;
- Reazione o comportamento al fuoco;
- Limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- Compatibilità chimico-fisica con altri materiali;
- Traspirabilità
- Riciclabilità

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Per materiali ad isolamento acustico usati in bioedilizia vedere la specifica nota alla voce B218

### **Art. 2.22 Materiali da fabbro (22)**

Si dovranno scegliere i materiali per cui sia certificato dal produttore l'adozione di sistemi di risparmio e recupero energetico nel processo produttivo.

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso elencate.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Ferma restando l'applicazione del decreto 15.07.1925, che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme di unificazione vigenti.

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali devono essere della migliore qualità esistente in commercio; essi devono provenire da primarie fabbriche che diano garanzia di costanza di qualità e produzione.

I materiali possono essere approvvigionati presso località e fabbriche che l'Appaltatore ritiene di sua convenienza (in bioedilizia il più vicino possibile all'area di cantiere) purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

L'Appaltatore dovrà informare l'appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'appaltante stesso possa disporre i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

È riservata all'appaltante la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltatore in tempo utile.

Le suddette visite, verifiche e prove, le cui spese tutte sono a carico dell'Appaltatore, dovranno essere effettuate secondo le norme vigenti.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti.

Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopraindicate l'Appaltatore potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I profilati in acciaio dolce (tondi, quadri e piatti) devono essere del tipo a sezione prescritti per l'opera particolare e comunque corrispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di laminazione.

I profilati o tubi realizzati con leghe leggere di alluminio, rame ed ottone devono avere composizione chimica corrispondente alle norme ed ai regolamenti ufficiali vigenti per l'impiego nella costruzione di serramenti e manufatti affini. Devono essere del tipo e sezione prescritti per l'opera particolare e comunque rispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di estrusione.

Profilati tubolari in lamiera d'acciaio non devono avere spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di profilatura.

I profilati di acciaio per serramenti dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37A previsto dalla norma UNI 5334-64, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nella norma di unificazione: UNI 3897 - Profilati di acciaio laminati a caldo e profilati per serramenti.

I profilati potranno essere richiesti con ali e facce parallele o rastremate con inclinazione del 5%.

Nell'impiego di acciaio inossidabile si dovrà fare riferimento alla normativa UNI 6900-71 ed AISI secondo la seguente nomenclatura:

AISI	UNI
Serie 300	
301	X 12 CrNi 17 07
302	X 10 CrNi 18 09
304	X 05 CrNi 18 10
316	X 05 CrNi 17 12
Serie 400	
430	X 08 Cr 17

La ghisa grigia per getti dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 5007.

La ghisa malleabile per getti dovrà corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 3779.

I prodotti in ghisa sferoidale risponderanno alla normativa UNI ISO 1083 - UNI EN 124 e riporteranno la marcatura obbligatoria di riferimento alla normativa:

identificazione del produttore, la classe corrispondente, EN 124 come riferimento alla norma, marchio dell'ente di certificazione.

La ferramenta e le bullonerie in genere devono essere di ottima qualità e finitura.

Devono corrispondere ai requisiti tecnici appropriati a ciascun tipo di infisso ed avere dimensioni e robustezza adeguata all'impiego cui sono destinare e tali da poter offrire la massima garanzia di funzionalità e di durata.

Tutte la ferramenta devono corrispondere ai campioni approvati dalla Direzione Lavori ed essere di tipo unificato per tutta la fornitura.

Viti, bulloni, ecc. devono pure essere di robustezza, tipo e metallo adeguati all'impiego ed alla ferramenta prescelta.

Il ferro fucinato dovrà presentarsi privo di scorie, soffiature, bruciature o qualsiasi altro difetto apparente.

Per la zincatura di profilati di acciaio per la costruzione, oggetti fabbricati con lamiere non zincate di qualsiasi spessore, oggetti fabbricati con tubi, tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura ed altri oggetti di acciaio con spessori maggiori di 5 mm recipienti fabbricati con lamiere di acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati di acciaio, minuteria od oggetti da centrifugare; oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione:

UNI 5744-66. Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.

Tutte le parti in acciaio per le quali negli elaborati progettuali sia stata prevista la protezione dalla corrosione mediante zincatura dovranno rispettare la specifica esposta alle righe seguenti.

Tale tipo di trattamento sarà adottato quando previsto in progetto e/o su ordine della Direzione Lavori quando le normali verniciature non diano sufficienti garanzie, sia in relazione al tipo di aggressione ambientale, sia in relazione alle funzioni assegnate alle strutture metalliche da proteggere.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione in appositi impianti approvati dalla D.L..

I pezzi da zincare dovranno essere in acciaio di tipo calmato, è tassativamente vietato l'uso di acciaio attivi o effervescenti.

Le parti da zincare dovranno essere pulite e sgrassate (SSPC - SP-63) e sabbiare al metallo bianco secondo SSPC : SP 10; SSA : SA 1/2.

Gli spessori minimi della zincatura varieranno a seconda dello spessore del pezzo da zincare.

per s del pezzo < 1 mm	zincatura 350 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 1 < 3 mm	zincatura 450 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 3 < 4 mm	zincatura 500 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 4 < 6 mm	zincatura 600 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 6 mm	zincatura 700 g/m <sup>2</sup>

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per la zincatura dei fili di acciaio vale la norma di unificazione:

UNI 7245-73 - Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici - Caratteristiche del rivestimento protettivo.

Se non altrimenti disposto dovrà essere impiegato filo zincato di classe P per ambiente aggressivo e M per ambiente normale così come definiti ai punti 3.1 e 3.2 della UNI 7245-73; è vietato per l'estero l'impiego del filo zincato di classe L.

Zincatura dei giunti di saldatura.

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della saldatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 microns;
- verniciatura finale (vedere voce di capitolato) come all'articolo relativo.

Gli spessori indicati nelle specifiche saranno verificati per campione con apposito strumento elettronico, fornito dall'Appaltatore.

L'Appaltatore garantisce la buona applicazione dei rivestimenti in genere contro tutti i difetti di esecuzione del lavoro e si impegna ad eseguirlo secondo le regole dell'arte e della tecnica.

L'Appaltatore eseguirà il lavoro soltanto se le condizioni atmosferiche o ambientali lo consentono in base alle prescrizioni su esposte e programmando il lavoro in modo da rispettare i tempi di esecuzione stabiliti per il ciclo protettivo.

Per le pitturazioni su superfici zincate a passivazione avvenuta dello zinco, realizzata anche con l'applicazione in officina di acido cromico previa fosfatazione con fosfato di zinco, si procederà ad un'accurata sgrassatura con solventi organici o con idonei sali sgrassanti e comunque con trattamento ad acqua calda e idropulitrice a pressione.

Si procederà quindi ad un irruvidimento superficiale con tele abrasive o con spazzolatura leggera.

Sarà applicata infine una mano di vernice poliuretanicale alifatica, di tinta a scelta della Direzione Lavori e con uno spessore a film secco di 80 microns, su un fondo di antiruggine epossidica bicomponente con indurente poliammidico del tipo specifico per superfici zincate e con uno spessore a film secco di 50 microns.

Potrà essere usato in alternativa un ciclo costituito dall'applicazione di vernice tipo Acril Ard con uno spessore a film secco di 70 microns, dato senza la costituzione dello strato di fondo.

I chiusini, le ringhiere di parapetto, i cancelli, le inferriate, le recinzioni e simili opere da fabbro saranno costruite secondo le misure o i disegni di progetto e dei particolari che verranno indicati all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

I beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale (chiusini, barriere ecc...) dovranno essere prodotti, ai sensi della circolare 16 Maggio 1996 n. 2357, nel rispetto della UNI EN ISO 9002/94, rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi delle norme EN 45014 ovvero da una certificazione rilasciata da un organismo di ispezione operante in accordo alle norme in materia.

I manufatti dovranno presentare tutti i regoli ben diritti ed in perfetta composizione.

I tagli delle connesure, per gli elementi incrociati mezzo a mezzo, dovranno essere della medesima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno, nei fori formati a caldo, alcuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario, ed il loro intreccio dovrà essere tale che nessun ferro possa sfilarsi.

Le ringhiere di qualsiasi tipo, sia per terrazze sia per balconi, passaggi, scale e simili, dovranno avere altezza non inferiore a 105 cm misurata in corrispondenza della parte più alta del pavimento e fino al corrimano; nel caso di rampe di scale tale altezza, misurata al centro della pedata, dovrà essere di almeno 95 cm.

Le maglie delle ringhiere dovranno avere apertura non maggiore di 12 cm.

Gli elementi più bassi delle ringhiere dovranno distare dal pavimento non meno di 5 nè più di 8 cm, nel caso di rampe di scale, invece, questa distanza non dovrà superare di 2 cm quella del battente dei gradini.

Nel caso di ringhiere collocate all'esterno dei manufatti cui servono, la loro distanza orizzontale del manufatto stesso non dovrà superare 5 cm.

L'impiego di ringhiere metalliche in cui parti dell'intelaiatura siano costituite da pannelli di vetro, ancorché previsto in progetto, dovrà essere confermato per iscritto dall'Appaltatore all'atto dell'esecuzione.

Nell'ordine relativo dovranno essere specificatamente indicate le modalità di esecuzione e tutti gli altri elementi atti a garantire le necessarie caratteristiche di sicurezza del manufatto in relazione alle condizioni d'impiego.

L'ancoraggio di ogni manufatto dovrà essere tale da garantire un perfetto e robusto fissaggio.

Gli ancoraggi delle ringhiere, comunque, dovranno resistere ad una spinta di 120 kg/m applicata alla sommità delle ringhiere stesse.

Le ringhiere dei balconi e delle terrazze non avranno peso inferiore a 16 kg/mq e quelle delle scale a 13 kg/mq.

Il peso delle inferriate a protezione di finestre od altro non sarà inferiore a 16 kg/mq per superfici fino ad 1 mq ed a 19 kg/mq per superfici maggiori, quello delle recinzioni non dovrà essere, per ciascun battente, inferiore a 25 kg/mq per superfici fino a 2 mq, a 35 kg/mq per superfici fino a 3 mq ed a 45 kg/mq per superfici superiori.

Le superfici suddette corrisponderanno a quelle del poligono regolare circoscrivibile al manufatto considerato, escludendo le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle, i bilici, ecc.

Le inferriate fisse dovranno essere munite di una rete in filo di acciaio debitamente intelaiate secondo quanto disporrà il Direttore Lavori.

I cancelli dovranno essere completi della ferramenta di sostegno, di manovra e di chiusura.

Metalli vari, il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metallo o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

I materiali metallici utilizzabili in bioedilizia sono: acciaio austenitico, acciaio inossidabile, alluminio(per serramenti ventilati), ferro, rame; la zincatura viene riconosciuta come processo produttivo "bio" per la capacità di conservazione del materiale.

Il rame nella distribuzione dell'acqua potabile od usi igienico sanitari ha una funzione di abbattimento di cariche batteriche. Bisogna verificare tuttavia che la lega dei condotti sia esente da cadmio.

Per le armature del c.a. si prescrive l'uso delle barre tonde ad aderenza migliorata, a maggior resistenza reperibile sul mercato per limitarne la quantità nelle strutture o, compatibilmente con i costi, l'acciaio paramagnetico che offre migliori prestazioni nell'interazione con i campi elettromagnetici, naturali e

artificiali.

## Art. 2.23 Materiali per formazione sede stradale

### Strato di base

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco), sabbia e additivo (passante al setaccio 0.075), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati e steso in opera mediante macchina vibrofinitrice. Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

### Materiali inerti

Saranno impiegati: ghiaie, frantumati, sabbie ed additivi aventi i seguenti requisiti:

Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato (comunque non inferiore al 30% della miscela degli inerti).

Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;

Serie crivelli

e setacci

U.N.I.

in peso %

Crivello 40

100

Crivello 30

80-100

Crivello 25

70-95

Crivello 15

45-70

Crivello 10

35-60

Crivello 5

25-50

Setaccio 2

20-40

Setaccio 0.4

6-20

Setaccio 0.18

4-14

Setaccio 0.075

4-8

### Legante

Come leganti sono da usarsi bitumi dai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. fascicolo 2/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

I leganti potranno essere comunque additivati con "dopes" di adesività.

La penetrazione del bitume sarà stabilita dalla Direzione Lavori.

La percentuale del legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra **3.5%** e **4.5%**.

### Miscela

La composizione adottata non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato, sotto carichi statici o dinamici, nemmeno alle alte temperature estive; mentre dovrà dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter eseguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

il valore della stabilità Marshall – prova B.U. C.N.R. n° 30 (15.03.73) eseguita a 60 C su provini costipati con 75, colpi di magli per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 250; la percentuale dei vuoti dei provini Marshall dovrà essere compresa tra 4 e 7%. I valori di stabilità e di scorrimento anzidetti dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento.

Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa.

Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento dei provini previo riscaldamento del materiale.

Si intende che in tal caso la stabilità Marshall dovrà non essere inferiore a kg 700 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

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

a) elevatissima resistenza meccanica interna e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli;

b) grandissima stabilità.

### Strati di collegamento (Binder) e di risagomatura

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate dall'articolo 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della

sabbia, degli additivi, per costruzioni stradali del C.N.R. fascicolo IV/1953) mescolati con bitume a caldo e sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume – aggregato (“dopes” di adesività) e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

#### Materiali inerti.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografiche diverse.

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

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

#### Legante

La penetrazione del bitume sarà stabilita dalla D.L..

Il bitume dovrà essere i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei bitumi” del C.N.R. fascicolo II/1957 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove. I leganti potranno essere comunque additivati con “dopes” di adesività

#### Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci	passante totale
U.N.I.	in peso %
Crivello 25	100
Crivello 15	65-100
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.4	7-25
Setaccio 0.10	5-15
Setaccio 0.075	4-8

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione degli spessori da realizzare.

L'aggregato grosso costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché non idrofili e con perdite di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 – AASHO T 96 inferiore al 25%.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il **4.5%** ed il **5.5%**, riferito al peso degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

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

la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione (vedi ASTM D 1959) a 60 C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg.

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stessa stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residue compresa tra 3 e 7%.

Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa.

Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento dei provini previo riscaldamento del materiale.

Si intende che in tal caso lo stabilità Marshall dovrà non essere inferiore a kg 900 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

Gli strati di collegamento (Bynder) e di risagomatura dovranno avere i seguenti requisiti:

- elevata resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- il volume dei vuoti residui e cilindratura finita dovrà essere compreso tra 3 e 8%.

**Miscela e strati di usura.**

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà pure avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso, con impiego di materiale di origine basaltica, pari almeno al 30% (trenta per cento) del passante al crivello 5 (cinque).

Serie crivelli e setacci	passante totale
U.N.I.	in peso %
Crivello 15	100
Crivello 10	70-100
Crivello 5	43-67
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0.4	12-24
Setaccio 0.18	7-15
Setaccio 0.075	6-11

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione dello spessore da realizzare.

L'aggregato grosso costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza con natura petrografica diversa, purché non idrofili e con perdite in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 inferiore al 20%.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il **5%** ed il **6%** riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità e compattezza richiesti.

Il contenuto del bitume della miscela dovrà essere il minimo atto a consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

L'Appaltatore è tenuto a far eseguire presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto, prove sperimentali intese a determinare, per il miscuglio degli aggregati prescelti, il dosaggio in bitume, esibendo alla Direzione Lavori i risultati delle prove con la relativa documentazione ufficiale.

Impiegherà perciò, senza aumento nei prezzi, la quantità di bitume così sperimentalmente definita, anche se comporta un aumento della percentuale sopra descritta. In caso che la prova o le prove non diano percentuale di bitume inferiore a quello prescritto saranno operate delle riduzioni d'importo proporzionale alla percentuale mancante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti o di far eseguire nuove prove, senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità per poter eseguire i carichi con qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall 8B.U. C.N.R. n. 30 del 15 Marzo 1973) eseguita a 60 °C sui provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1.000 kg.

Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la qualità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte, dovrà essere compresa tra 3% e 6%.

La resistenza richiesta per prove eseguite distanza di tempo previo riscaldamento del materiale, sarà invece di kg 1.000 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 3 e 7%.

e) grandissima stabilità;

f) impermeabilità praticamente totale: un campione sottoposto alla prova con colonna d'acqua di 10 cm di altezza, dopo 72 ore non deve presentare tracce di passaggio di acqua.

**Controllo dei requisiti di accettazione.**

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio ufficiale designato dalla Direzione dei Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

La direzione dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente.

Gli accertamenti dei quantitativi di leganti bituminosi e di inerti nonché degli spessori dei conglomerati bituminosi saranno eseguiti dalla Direzione Lavori nei modi che essa giudicherà più opportuni.

Se dai risultati di una o più analisi delle percentuali di bitume, eseguite presso i laboratori ufficiali, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa su cantieri di lavoro, risultassero percentuali inferiori ai minimi fissati resta inteso che la Direzione Lavori effettuerà sugli stati di avanzamento e sul conto finale una riduzione proporzionata alle percentuali mancanti, salvo le maggiori responsabilità a carico dell'Impresa e salvo ogni riserva sull'accettazione del lavoro eseguito. Resta convenuto in ogni caso che, indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione Lavori sulla fornitura del bitume e del pietrischetto e graniglia, l'Impresa resta contrattualmente responsabile della buona riuscita dei lavori e pertanto sarà obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati e si siano deteriorate.

#### **Art. 2.24 Materiali per finitura sede stradale**

Il porfido in cubetti od in lastre, nell'assortimento di volta in volta indicato dalla Direzione Lavori, dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", (Fascicolo n. 5 - Edizione 1954) del C.N.R..

Le mattonelle di asfalto pressato proverranno dalle più accreditate fabbriche. Saranno formate con asfalto naturale, bitume asfaltico e sabbia grossa nelle proporzioni approssimative stabilite dall'art. 44 del C.G.T. per i bitumi asfaltici e sottoposti ad alta compressione idraulica.

Saranno richieste delle superfici, esistenti tra i tipi del comune commercio, con lo spessore indicato nei rispettivi articoli.

Le pietre dovranno provenire da cave che saranno accertate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabili nel R.D 16.11.1939 n. 2232 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione".

Pavimentazione a base di cemento fotocatalitico (massetti autobloccanti) contenente Biossido di Titanio (TiO<sub>2</sub>)

inerti ultrafini ed additivi speciali secondo D.M. (Min. Amb. Tutela del Territorio) del 01.04.2004

Ghiaia fotocatalitica con caratteristiche analoghe alla voce precedente utilizzabile per piste ciclabili, percorsi pedonali.

#### **Art. 2.25 Vernice rifrangente per segnaletica stradale orizzontale**

Le vernici rifrangenti dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate e dovranno essere costituite da pigmenti di biossido di titanio per la vernice bianca o giallo cromo per quella gialla.

Il liquido portante dovrà essere del tipo olio resinoso con la parte resinosa sintetica. Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg.

La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, deve avere buona resistenza all'usura sia del traffico sia degli agenti atmosferici e deve presentare una visibilità e rifrangenza fino alla completa consumazione.

Dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

Essiccamento:

al tatto = .....10'

percorribile circa 35'

Sedimentazione:

Dopo 15 giorni di immagazzinamento non dovrà riscontrarsi nel barattolo deposito duro sul fondo. È tollerato uno strato soffice che possa facilmente riportarsi in sospensione con semplice rimescolamento.

Formazione di pellicola:

Sulla superficie della vernice contenuta in un barattolo mantenuto aperto per 12 ore non dovrà essere rilevata la presenza di pellicola superficiale.

Resistenza:

La vernice dovrà avere buona resistenza all'abrasione, buona resistenza agli agenti atmosferici e rifrangenza costante fino a completa consumazione. Dovrà inoltre essere applicabile, con buona aderenza, su tutti i tipi di pavimentazione stradale e non dovrà dar luogo a fenomeni di sanguinamento quando applicata su conglomerati bituminosi.

Composizione:

Solvente 17% in peso

Veicolo 16% in peso

Pigmento 37% in peso

Perline 30% in peso

Solvente: idrocarburi alifatici ed aromatici

Veicolo : del tipo oleoresinoso sintetico

Pigmento: costituito per almeno il 55% di biossido di titanio o di cromato di piombo

Perline:

- a) devono essere di vetro incolore chiaro trasparente;
- b) non più del 10% delle perline deve essere costituito da sferoidi fusi di forma tale che il rapporto tra gli assi minore o maggiore sia dello 0,9 od inferiore;
- c) sottoposte all'azione degli acidi e del cloruro di calcio, non devono, al termine delle prove, presentare opacizzazioni;
- d) le caratteristiche granulometriche delle perline, determinata co setacci della serie U S Standard, devono essere le seguenti:

perline passanti attraverso setaccio n° 70	= 100%
perline passanti attraverso setaccio n° 80-85	= 100%
perline passanti attraverso setaccio n° 140	= 15/55%
perline passanti attraverso setaccio n° 230.	= 10%

## Art. 2.26 Gabbioni

Le dimensioni dei ciottoli o del pietrame da impiegarsi nella costruzione dei gabbioni non dovranno, in media, essere inferiori a 12 cm; il peso dei singoli elementi dovrà essere compreso tra 10 e 100 kg, con una tolleranza, in volume, del 10% di pezzi più leggeri di 10 kg o più pesanti di 100 kg.

Le gabbie, in forma prismatica, saranno costituite da rete metallica plasticata a maglie di lati non superiori a 8x10 cm ed avranno le forme e dimensioni prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Il filo di ferro della rete dovrà avere diametro di almeno 2.7 mm, essere zincato, ben galvanizzato, atto a resistere per lunghissimo tempo all'effetto dell'ossidazione.

Le bocche dei gabbioni saranno chiuse accuratamente con legature di ferro zincato e plasticato dello stesso diametro di quello della rete; ogni gabbione verra vincolato con più legature a quelli laterali e sottostanti.

Il collocamento in opera dei gabbioni con l'altra, in modo che le connessure di una fila non corrispondano con quelle delle file adiacenti e delle sovrastanti.

I gabbioni dovranno essere posti in opera nei periodi di più accentuata magra del corso d'acqua, eventualmente provvedendo alla preventiva parziale deviazione dello stesso.

## Art. 2.27 Materiali illuminazione pubblica

I conduttori in fili e corde per le linee aeree e nude saranno in rame elettrolitico semicrudo, di sezione adeguata alle esigenze elettriche e con carico di rottura non inferiore a 38 kg/mm<sup>2</sup>, denominate in Ø per i fili a sezione e mm<sup>2</sup> per le corde.

Cavi isolati per la posa aerea o sotterranea saranno in rame elettrolitico, isolati in gomma e protetti in policloroprene con grado di isolamento 3 (GI K3) tipo "Pirelli" o tipo "Butiltenox G 5 R/4 - INCET "unipolari, bipolari, tripolari, e quadripolari denominazione in mm<sup>2</sup> per i fili, come per le corde.

I sostegni potranno essere:

- funi in acciaio formazione 7 fili zincate con non meno di 229 gr./mm<sup>2</sup> di zinco e con carico di rottura totale non inferiore a 130 kg/mm<sup>2</sup>;
- mensole di ferro angolare da infiggersi a muro o da fissare a palo saranno delle dimensioni in seguito prescritte e saranno zincate a caldo;
- perni o ganci porta isolatori delle dimensioni in seguito segnate, saranno pure zincati, in particolare le parti in ferro che di prescrizione saranno zincate, dovranno avere uno strato superficiale di zinco non inferiore a 550 gr./mm<sup>2</sup>;
- per i pali in cemento armato centrifugato delle dimensioni e caratteristiche indicate l'armatura sarà costituita da tondini longitudinali di acciaio con carico di rottura non inferiore a 55 kg/mm<sup>2</sup> e da una fitta spirale doppia di filo di ferro crudo (frettage);

- pali in acciaio tubolare rastremati tipo "Dalmine" o "Campion" delle dimensioni e caratteristiche indicate, dovranno essere in acciaio con carico di rottura di 60 kg/mm<sup>2</sup>, non dovranno presentare sfogliature ed anomalie, saranno internamente bitumati.

I pali in acciaio tubolare tronco-conici, denominati "paline coniche "Dalmine", avranno caratteristiche analoghe dei sopradescritti pali rastremati.

Le paline tubolari in acciaio a sostegno di linee aeree, saranno di adeguata lunghezza e diametro, fissate a muro con zanche e non dovranno avere un carico di rottura inferiore a 40 kg/mm<sup>2</sup>.

Le lampade dovranno avere le caratteristiche richieste, essere delle migliori marche (Philips, Osram, ecc.) con accensione anche a basse temperature.

Il flusso luminoso non dovrà mai essere inferiore ai lavori sottoindicati:

- Lampade fluorescenti - temperatura colore 4200 k:
  - da 20 W Lumen 1.200;
  - da 40 W Lumen 3.000;
- Lampade a bulbo fluorescente a joduri metallici:
  - da 80 W Lumen 3.100;
  - da 125 W Lumen 5.400;
  - da 250 W Lumen 11.500;
  - da 400 W Lumen 20.500;
- Lampade al sodio ad alta pressione:
  - da 250 W Lumen 22.000;
  - da 400 W Lumen 47.000.

I reattori dovranno rispettare le caratteristiche richieste (avere un fattore di potenza minimo di 0.9) ed essere delle migliori marche in commercio a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori.

Le massime perdite di potenza dei reattori non dovranno superare, in ogni caso, quelle indicate dalle tabelle sottoseguate:

- Per lampade fluorescenti:
  - da 20 W perdita watt a V 220;
  - da 40 W perdita watt 12 a V 220;
- Per lampade a bulbo fluorescente:
  - da 80 W perdita watt 10 a V 220;
  - da 125 W perdita watt 11 a V 220;
  - da 250 W perdita watt 16 a V 220;
  - da 400 W perdita watt 19 a V 220.

I tubi in cemento del diametro interno di 100 mm e più, saranno del tipo vibrato, esecuzione speciali per i cavi elettrici con superficie esterna ottagonale.

I pozzetti in calcestruzzo saranno armati e vibrati.

Le fondazioni avranno le quantità di cemento e di inerti prescritte nelle singole voci.

Tutto il materiale e gli accessori prescritti dovranno avere le caratteristiche richieste; in difetto di queste ultime dovranno avere qualità tali da garantirne lunga durata e funzionalità.

(vedere voce lampione fotovoltaico e voce impianti fotovoltaici).

## **Art. 2.28 Materiali impianti elettrici**

### **Generalità**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

È raccomandata nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

È raccomandata nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali.

I prodotti principalmente utilizzati in bioedilizia per ridurre l'inquinamento elettromagnetico sono i seguenti:

- i cavi schermati nonché scatole di derivazione e porta-apparecchi schermati con vernice conduttiva alla grafite
- vernice schermante a base di grafite stesa su adeguato fondo di pareti, ad elevata concentrazione di grafite, cassette porta apparecchi, quadri da incasso, cavi e coperchi, con una resa di 25mq/l e collegata alla messa a terra separata di sezione minima di 1,5mmq;
- tessuto schermante costituito da una griglia in rame spiralizzato steso su supporto in tessuto di juta e cotone o direttamente su strati di intonaco, rivestimenti isolanti o sottopavimento, da applicare sia a secco o fresco su fresco;
- disgiuntore automatico bipolare di rete;
- apparecchi di illuminazione predisposti per l'uso di lampade a basso consumo energetico.

Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina, sono da impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili con altezza 45 mm in modo da poterli installare anche nei quadri elettrici in combinazione con gli apparecchi a modulo normalizzato (europeo).

Gli interruttori devono avere portata 16 A, le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti, ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda.

I comandi e le prese devono poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 40 e/o IP 55.

#### **Comandi in costruzioni e destinazione sociale**

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui si svolgono attività comunitarie, le apparecchiature di comando devono essere installate ad un'altezza massima di 0.90 m dal pavimento (L. 13/89 e relativo regolamento di attuazione cirC min. LL.PP. 19 giugno 1968 n° 4809 e regolamento attuazione art. 27 L. 118/71 e successive modifiche ed integrazioni)

Devono essere inoltre facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla (apparecchi con tasti fosforescenti) DP.R. 384 del 27 Aprile 1978.

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina, ecc.) devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase od interruttore magnetotermico.

Detto dispositivo può essere installato nel contenitore centrale di appartamento od in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

#### **Apparecchiature modulari con modulo normalizzato**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari ed accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino ad 80 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale.  
È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A;
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito, sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su devono appartenere alla stessa serie.

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, gli apparecchi da 100 a 250 A è preferibile abbiano stesse dimensioni d'ingombro.

Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo devono essere selettivi rispetto agli automatici fino ad 80 A almeno per correnti di CC fino a 3000 A.

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare devono essere disponibili nella versione normale con  $I_d = 0,5$  A e nella versione con intervento ritardato con  $I_d = 1$  A per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

#### **Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione**

Negli impianti elettrici che presentano correnti di CC elevate (fino a 30 KA) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione di 30 KA e 380 V in classe P2.

Installati a monte di interruttori con potere di interruzione inferiore, devono garantire un potere di interruzione della combinazione di 30 KA a 380 V.

Installati a valle di interruttori con corrente nominale superiore, devono garantire la selettività per i CC almeno fino a 10 KA

#### **Quadri di comando in lamiera devono essere composti da cassette complete di profilati normalizzati DIN per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche**

Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventiva lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri deve essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 250 A.

Detti quadri devono essere costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente od in lamiera, con serratura a chiave a seconda della decisione della Direzione Lavori che può essere presa anche in fase di installazione.

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono essere del tipo ad elementi componibili che consentano di realizzare armadi di larghezza minima 800 mm e profondità fino a 600 mm.

In particolare devono permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 1.95 m di altezza anche dopo che l'armadio è stato installato. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

#### **Quadri di comando isolanti, negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.**

In questo caso devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 gradi C (Norme CEI 50-11).

I quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra portaapparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Devono essere disponibili con grado di protezione IP40 ed IP55, in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire una installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta.

#### **Verifica provvisoria e consegna degli impianti**

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di Legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono stati destinati.

**Art. 2.29 Scogliera per la difesa dalle erosioni delle acque**

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono 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 dei 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, approvate con R.D 16 Novembre 1939, n° 2232.

L'appaltatore deve 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 devono 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 fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.

Nella formazione dei massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purché in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purché i singoli prezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentratati, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno 10 cm.

I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente li ricoprivano ed ove occorra, lavati a grande acqua; quelli non suscettibili di perfetta pulitura saranno rifiutati.

La concessione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non debbono essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo avere acquistato il grado di resistenza necessario per non subire danneggiamenti durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

**Art. 2.30 Prodotti per opere a verde****Generalità**

Tutto il materiale edile ed impiantistico (pietre, mattoni, legname da costruzione, irrigatori, apparecchi di illuminazione, ecc.), il materiale ausiliario (terra vegetale, concimi, torba, ecc.) e il materiale vivaistico (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) occorrente per la realizzazione della sistemazione ambientale, deve essere della migliore qualità e rispondere ai requisiti richiesti ad insindacabile giudizio di idoneità della Direzione dei Lavori. L'impresa dovrà sostituire a sua cura e spese, con altre rispondenti ai requisiti voluti, le eventuali partite non ritenute idonee.

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

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

Non è consentita la sostituzione di piante che l'impresa non riuscisse a reperire; ove tuttavia venga dimostrato che una o più specie non siano reperibili, l'impresa potrà proporre la sostituzione con piante simili. L'impresa deve sottoporre per iscritto tali proposte alla Direzione dei Lavori con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori ed almeno un mese prima della piantagione cui si riferiscono. La Direzione dei Lavori, dopo averle valutate attentamente, si riserva la facoltà di accettare le sostituzioni indicate o di proporle di alternative.

I materiali da impiegare nei lavori devono avere le seguenti caratteristiche:

materiale edile ed impiantistico: si rimanda ai Capitolati dello Stato, del Genio Civile e alle normative specifiche; facendo però in questa sede alcune precisazioni circa gli impianti di illuminazione esterna, di drenaggio e di irrigazione e alcune opere in muratura che sono più strettamente collegati con le piantagioni;

materiale ausiliario: v. successivo art.;

materiale vivaistico: v. successivo art..

**Materiale ausiliario**

Per "materiale ausiliario" si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (terra, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, all'allevamento, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

**Terra vegetale e terricci speciali**

La terra da apportare per la sistemazione, per poter essere definita "vegetale", deve essere (salvo altre specifiche richieste) chimicamente neutra (cioè presentare un indice pH prossimo al valore 7), deve contenere nella giusta proporzione e sotto forma di sali solubili tutti gli elementi minerali indispensabili alla vita delle piante nonché una sufficiente quantità di microrganismi e di sostanza organica (humus), deve essere esente da sali nocivi e da sostanze inquinanti, e deve rientrare per composizione granulometrica media nella categoria della "terra fine" in quanto miscuglio ben bilanciato e sciolto di argilla, limo e sabbia (terreno di "medio impasto"). Viene generalmente considerato come terreno vegetale adatto per lavori di paesaggismo lo strato superficiale ( $\pm 30$  cm) di ogni normale terreno di campagna.

Non è ammessa nella terra vegetale la presenza di pietre (di cui saranno tuttavia tollerate minime quantità purché con diametro inferiore a 45 cm), di tronchi, di radici o di qualunque altro materiale dannoso per la crescita delle piante.

Per terricci "speciali" si intende invece indicare terreni naturali o elaborati artificialmente (normalmente di bosco, "di foglie", "di erica", "di castagno", ecc.) che vengono utilizzati soltanto per casi particolari (rinvasature, riempimento di fioriere, ecc.) ed eventualmente per ottenere un ambiente di crescita più adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

L'impresa dovrà procurarsi la terra vegetale e i terricci speciali soltanto presso ditte specializzate oppure da aree o luoghi di estrazione e raccolta precedentemente approvati dalla Direzione dei Lavori.

L'apporto di terra vegetale e dei terricci speciali non rientra negli oneri specifici della piantagione ma verrà pagato a parte sulla base di una misurazione a metro cubo: il prezzo relativo deve essere comprensivo della fornitura, del trasporto e dello spandimento.

**Concimi minerali ed organici**

Allo scopo di ottenere il miglior rendimento, l'impresa userà per la piantagione contemporaneamente concimi minerali ed organici.

I fertilizzanti minerali da impiegare devono essere di marca nota sul mercato, avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica. La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione, scegliendoli di volta in volta in base alle analisi di laboratorio sul terreno e sui concimi e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora e il periodo di manutenzione, quale tipo di concime minerale (semplice, composto, complesso o completo) deve essere usato.

I fertilizzanti organici (letame maturo, residui organici di varia natura, ecc.) devono essere raccolti o procurati dall'impresa soltanto presso luoghi o fornitori precedentemente autorizzati dalla Direzione dei Lavori.

Poiché generalmente si incontrano difficoltà nel reperire stallatico, possono essere convenientemente usati altri concimi organici industriali, purché vengano forniti in sacchi sigillati riportanti le loro precise caratteristiche.

**Torba**

Salvo altre specifiche richieste, per le esigenze della sistemazione l'impresa dovrà fornire torba della migliore qualità del tipo "biondo" (colore marrone chiaro giallastro), acida, poco decomposta, formata in prevalenza di Sphagnum o di Eriophorum, e confezionata in balle compresse e sigillate di  $0.16 \text{ m}^3$  circa.

**Fitofarmaci**

I fitofarmaci da usare (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, antitranspiranti, mastice per dendrochirurgia, ecc.) devono essere scelti adeguatamente rispetto alle esigenze e alle fisiopatie (attacchi di organismi animali o vegetali, di batteri, di virus, ecc) che le piante presentano, ed essere forniti nei contenitori originali e sigillati dalla fabbrica, con l'indicazione delle specifiche caratteristiche e classe di tossicità.

**Pali di sostegno, ancoraggi e legature**

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

I tutori dovranno preferibilmente essere di legno di castagno, diritti, scortecciati e, se destinati ad essere confitti nel terreno, appuntiti dalla parte della estremità di maggiore spessore. La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa mediante bruciatura superficiale o impregnamento con appositi prodotti preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

In alternativa, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà fare uso anche dei pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili attualmente reperibili in commercio.

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

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

Le legature per rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica,

ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro). Per evitare danni alla corteccia, e indispensabile interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

#### **Acqua**

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione deve essere assolutamente esente da sostanze inquinanti e da sali nocivi.

L'impresa, anche se le è consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, rimane responsabile della qualità dell'acqua utilizzata e deve pertanto provvedere a farne dei controlli periodici.

#### **Materiale vivaistico**

Per materiale vivaistico si intende tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrenti per l'esecuzione del lavoro.

Il materiale vivaistico può provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'impresa sia di altre aziende, purché l'impresa ne dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare visite ai vivai di provenienza delle piante allo scopo di scegliere quelle di migliore aspetto e portamento; si riserva quindi anche la facoltà di scartare quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso, con massa fogliare insufficiente o che, a qualsiasi titolo, non ritenga adatte alla sistemazione da realizzare.

Sotto la sua piena responsabilità, l'impresa dovrà pertanto fornire piante coltivate esclusivamente per scopo decorativo oppure, se non provenienti da un vivaio, di particolare valore estetico, esenti da malattie, parassiti e deformazioni, e corrispondenti per genere, specie, cultivar e caratteristiche dimensionali a quanto specificato nell'Elenco annesso al presente Capitolato e negli elaborati di progetto.

Tutte le piante da fornire devono essere etichettate per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie (meglio se di sostanza plastica) sui quali sia stato riportato, in modo leggibile e indelebile, il nome botanico (genere, specie, cultivar o varietà) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche specifiche con le quali le piante devono essere fornite e quelle inerenti alla proiezione, densità e forma della chioma, alla presenza e al numero di ramificazioni e al sistema di preparazione delle radici, sono precisate nelle specifiche tecniche allegate al presente Capitolato e nelle successive voci particolari.

La parte aerea delle piante deve avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non filato o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata (per eccessiva densità di coltura in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione, ecc.).

Per quanto riguarda il trasporto del materiale vivaistico, l'impresa deve prendere tutte le precauzioni necessarie affinché le piante arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, effettuandone il trasferimento con autocarri o vagoni coperti da teloni e dislocandole in modo tale che rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi a causa dei sobbalzi o per il peso delle essenze soprastanti. Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) deve essere il più breve possibile.

L'impresa è tenuta a dare alla Direzione dei Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate sul cantiere.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante devono essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno non strettamente necessario. In particolare l'impresa curerà che le zolle delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora siano tempestivamente coperte con adatto materiale mantenuto sempre umido per impedire che il vento e il sole possano essiccarle.

A tutte le piante dovrà comunque essere assicurata la miglior cura da parte di personale specializzato, bagnandole quanto necessario, fino al momento della piantagione.

#### **Alberi ad alto fusto**

Gli alberi ad alto fusto devono avere il tronco nudo, dritto, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta e privo di deformazioni, ferite, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature ed ustioni da sole, devono essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, di malattie crittogamiche o da virus; devono presentare una chioma ben ramificata, equilibrata ed uniforme; devono infine essere delle dimensioni precisate nelle specifiche allegate al presente Capitolato.

Si precisa in proposito che per "altezza di impalcatura" si intende la distanza intercorrente fra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso, e che il diametro del fusto richiesto (o indicato in progetto) deve essere misurato ad un metro dal colletto; il diametro della chioma invece deve essere rilevato in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli altri alberi e alla massima ampiezza per piante in forma cespugliata.

Tutti gli alberi ad alto fusto devono essere forniti in contenitore o in zolla: a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta, possono essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua.

I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti, ecc.) devono essere proporzionati alle dimensioni delle piante che contengono.

Le zolle devono essere ben imballate con un apposito involucro (juta, paglia, teli di plastica, ecc.) rinforzato, se le piante superano i 3÷4 metri di altezza, con rete metallica, oppure realizzato con il sistema Plant-plast (pellicola plastica porosa) o altro metodo equivalente.

Qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici devono risultare, senza fuoriuscirne, pienamente compenstrate in questo. L'apparato radicale deve comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante devono aver subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni) secondo il seguente prospetto:

- specie a foglia caduca

fino alla circonferenza di cm 12 ÷ 15: almeno 1 trapianto

fino alla circonferenza di cm 20 ÷ 25: almeno 2 trapianti

fino alla circonferenza di cm 30 ÷ 35: almeno 3 trapianti

- specie sempreverdi

fino all'altezza di m 2 ÷ 2.50: almeno 1 trapianto

fino all'altezza di m 3 ÷ 3.50: almeno 2 trapianti

fino all'altezza di m 5 ÷ almeno 3 trapianti

e la circonferenza dovrà avere sufficiente sviluppo.

#### **Piante esemplari**

Con il termine "piante esemplari" si intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente, e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora: devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni e la zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta con rete metallica, doghe, cassa, plant-plast, ecc.). Le piante esemplari sono evidenziate a parte anche in Elenco prezzi distinguendole dalle altre della stessa specie e varietà.

#### **Arbusti**

Gli arbusti sono piante legnose ramificate a partire dal terreno. Quali che siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia caduca o sempreverdi), anche se riprodotte per via agamica, non devono avere un portamento "filato", devono possedere un minimo di tre ramificazioni e presentarsi dell'altezza prescritta nei documenti di appalto (e comunque proporzionata al diametro della chioma e a quello del fusto).

Il loro apparato radicale deve essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari; possono eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca (salvo diversa richiesta), mentre quelle sempreverdi devono essere consegnate in contenitore o in zolla.

#### **Piante tappezzanti**

Le piante tappezzanti devono presentare le caratteristiche proprie della specie alla quale appartengono, avere un aspetto robusto e non filato, essere esenti da malattie e parassiti, ed essere sempre fornite in contenitore (salvo diversa specifica richiesta) con le radici pienamente compenstrate, senza fuoriuscire dal contenitore stesso, nel terriccio di coltura.

#### **Piante rampicanti, sarmentose e ricadenti**

Le piante appartenenti a queste categorie devono avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore.

#### **Erbacee perenni ed annuali; piante bulbose, tuberose e rizomatose**

Le piante erbacee cosiddette perenni devono essere sempre fornite in contenitore, presentare uno sviluppo adeguato al contenitore di fornitura ed avere forma e portamento tipico non solo del genere e della specie, ma anche della varietà a cui appartengono.

Le misure riportate nelle specifiche tecniche si riferiscono all'altezza delle piante, non comprensiva del contenitore, e/o al diametro dello stesso.

Le piante erbacee "annuali" possono invece essere fornite in vasetto, in contenitore alveolare (plateau) oppure anche a radice nuda.

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

#### **Piante acquatiche e palustri**

Le piante acquatiche e palustri devono essere fornite imballate in confezioni apposite adeguate alle esigenze specifiche delle singole piante, che ne consentano il trasporto e ne garantiscano la conservazione fino al momento della messa a dimora.

#### **Giovani piante**

Per giovani piante si intende far riferimento ad essenze arboree ed arbustive di 1, 2 o 3 anni. Queste piante devono possedere il portamento tipico della specie (non filato o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata), devono essere esenti da malattie e prive di deformazioni; se sempreverdi devono essere fornite in contenitore, se spoglianti possono essere consegnate a radice nuda (salvo diversa richiesta).

**Sementi**

L'impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) secondo le percentuali richieste negli elaborati di progetto, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei Lavori.

**Zolle erbose**

Nel caso che per le esigenze della sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'impresa dovrà fornire, su indicazioni e sotto controllo della Direzione dei Lavori, adeguate quantità di zolle erbose costituite con le assenze prative richieste nelle specifiche tecniche (cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc.).

Prima di procedere alla fornitura, l'impresa è tenuta a sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori campioni delle zolle erbose che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'impresa dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione dei Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, vengono di norma fornite in strisce con dimensioni medie di 50 cm di larghezza, 100 cm di lunghezza e 2 ÷ 4 cm di spessore, oppure in zolle regolari rettangolari o quadrate.

Al fine di non spezzarne la compattezza, le strisce di prato dovranno essere consegnate arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite in contenitore.

Tutte le zolle erbose, di qualunque tipo siano, al fine di evitare loro danni irreparabili dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce solare, non devono essere lasciate accatastate o arrotolate per più di 24 ore dalla consegna. Se per un motivo qualsiasi non è possibile metterle a dimora entro il termine stabilito, le zolle devono essere aperte, ricoverate in posizione ombreggiata e frequentemente innaffiate.

Campionature, analisi e prove per il materiale ausiliario Analisi e prove di materiali ausiliari (terra vegetale, concimi, acqua, antiparassitari, ecc.), se richieste, dovranno essere eseguite, a cura e spese dell'impresa, a norma degli standards internazionali correnti, da un laboratorio specializzato approvato o indicato dal Committente.

L'impresa è tenuta a presentare i certificati delle analisi eseguite sul materiale vegetale prima della spedizione del materiale stesso; saranno accettati senza analisi i prodotti industriali standard (concimi minerali, torba, fitofarmaci, ecc.) imballati e sigillati nell'involucro originale del produttore.

**Campionature e analisi della terra vegetale**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'impresa, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori, è tenuta a verificare, sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori, se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risultati necessario (e in che misura) apportare nuova terra vegetale, la cui qualità deve essere a sua volta sottoposta a verifica ed approvata dalla Direzione dei Lavori.

I campioni per le analisi del terreno in sito dovranno essere prelevati in modo che siano rappresentativi di tutte le parti del suolo soggette alla sistemazione, curando che il prelievo avvenga tenendo conto non solo delle aree manifestamente omogenee (per giacitura, per esposizione, per colorazione, ecc.) ma anche delle specie vegetali che in quei luoghi dovranno essere piantate. A seconda della estensione dell'intervento, per ogni zona omogenea, dovrà essere prelevato più di un campione e questi dovranno essere mescolati insieme. Si precisa al riguardo che, qualora la sistemazione nella zona oggetto dell'esame preveda la piantagione di specie non superiori per dimensioni a quelle arbustive, i campioni devono essere prelevati alla profondità minima di 30 ÷ 40 cm, mentre se devono essere messe a dimora anche specie arboree è opportuno che vengano raccolti alla profondità di 100 ÷ 120 cm.

Le analisi del terreno vegetale da apportare sul luogo della sistemazione dovranno essere effettuate, invece, su un miscuglio, rappresentativo della composizione media del terreno di prestito, di tutti i campioni prelevati da ogni parte del terreno stesso.

I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare:

- il grado di utilizzabilità del terreno in sito;
- il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare;
- il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo.

**Analisi dei concimi**

L'impresa è tenuta a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) e a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio.

Gli esiti delle prove determineranno il tipo e la percentuale di concime da applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante.

**Analisi dell'acqua**

L'impresa e tenuta, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'impresa.

**CAPO II - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO****Art. 2.31 Indagini e analisi preliminari**

Prima di realizzare un edificio è necessario procedere a un'analisi del sito che consiste nella misurazione dei campi elettromagnetici tecnici, della radioattività presente nel luogo, delle caratteristiche climatiche e ambientali del luogo, degli inquinamenti prodotti da sostanze chimiche e biologiche. Le perizie da effettuare in loco dove sorgerà un edificio nuovo o da ristrutturare sono un momento determinante, condizionante nelle scelte progettuali.

Le principali analisi che sarebbe opportuno effettuare sono:

- misurazione degli inquinanti fisici (campi elettromagnetici, elettrici, radon, stress tellurico);
- rilevazioni climatiche (temperatura umidità e velocità dell'aria);
- rilevazioni inquinanti chimici e biologici.

L'inquinamento da gas radon potrà essere misurato dall'impresa con i principali metodi di misurazione fra cui:

- dosimetro a carbone attivato: dovrà essere messo a disposizione da laboratori specializzati e montato in loco. Dopo alcuni giorni di esposizione è possibile determinare il livello di concentrazione presente negli ambienti in base alle quantità di gas assorbite;
- rivelatore a emulsione: evidenzia le tracce lasciate dalle traiettorie dei raggi alfa del radon e dei suoi prodotti di decadimento su pellicole di cellulosa. Determina i valori medi di concentrazione su periodi di tempo medi e lunghi;
- rivelatore di radon: rileva direttamente le concentrazioni di gas in ingresso sul luogo.

**Art. 2.32 Scavi in genere**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici (conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE), dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le eventuali relazioni geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Per scavi, la cui profondità è superiore ad 1.50 metri, è fatto obbligo l'utilizzo di armature di sostegno a parete continua (cassero di sostegno) in rispetto alle normative vigenti (DPR. 164/56 art.13).

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nel luogo indicato dalla Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del 3° comma dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto (D.M.LL.PP. 19.04.2000 n. 145).

**Art. 2.33 Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono 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 o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ed aperti almeno da un lato anche se con la formazione di rampe provvisorie e che si trovano al di sotto del piano di campagna.

Utilizzare mezzi meccanici conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE.

**Art. 2.34 Scavi di fondazione od in trincea**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dare luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbatacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbatacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempre ché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali.

Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'onere e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle fondazioni dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo. Ciò vale anche se lo scavo sarà fatto a pareti verticali.

Utilizzare mezzi meccanici conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE.

**Art. 2.35 Scavi subacquei e prosciugamento**

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

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

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

### **Art. 2.36 Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati. I materiali provenienti da scavi in roccia da mina dovranno essere in ogni caso riutilizzati, se idonei, per formazioni stradali e per formazione di rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

E vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. E obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scorticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

Viene inoltre prescritto quanto segue:

- per la formazione dei cassonetti, per il rialzo delle curve, correzione di livellette, grossi ricarichi di carreggiate esistenti, per la formazione dell'ultimo strato di cm 40 che costituirà la fondazione stradale dovranno in ogni caso essere impiegati materiali provenienti da alvei di fiume o da cava di adatta granulometria, ed appartenenti unicamente al gruppo A, della Classifica CN.R. - UNI 10006.

I rilevati saranno costruiti a strati di altezza non superiore a cm 30 che dovranno essere accuratamente costipati con i mezzi meccanici più idonei fino ad ottenere la loro massima densità.

Ultimata la costruzione del rilevato stradale eseguito con materiali di cava o con quelli idonei provenienti dagli scavi, l'Impresa provvederà al rivestimento delle scarpate per uno spessore di cm 20 impiegando i materiali più terrosi provenienti dagli scavi, allo scopo di assicurare lo sviluppo della vegetazione.

Durante la costruzione dei rilevati sarà sempre data la configurazione trasversale necessaria al rapido smaltimento delle acque piovane con pendenze però non superiori al 5% .

La pendenza definitiva delle scarpate del rilevato stradale finito, avrà il rapporto di 2 (altezza) su 3 (base).

Le caratteristiche meccaniche dello strato superiore dei rilevati, qualunque sia la loro altezza, dovrà costituire la fondazione ed avrà uno spessore di almeno cm 40 che sia in rilevato che in cassonetto, verrà eseguito con materiale A1 assortito.

Ultimate le operazioni di compattazione, si dovrà ottenere, relativamente allo strato in parola, una densità in sito a secco non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per la determinazione della qualità, impiego ed accettazione dei materiali da impiegare o già impiegati, l'Impresa è tenuta a prestarsi, in ogni tempo, a sua cura e spese, alle prove dei materiali stessi.

Tali prove saranno normalmente l'analisi granulometrica, la determinazione dei limiti di plasticità e fluidità, la portata CBR., la densità ASHO - MoD, ecc.

Utilizzare mezzi meccanici conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE.

## **Art. 2.37 Protezione delle scarpate**

### **Protezione scarpata in roccia con rete e cordoli**

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentino in roccia friabile con piani di deposito e quindi di sfaldamento, fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata.

La rete metallica sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia mediante cambrette in filo di ferro zincato da 15 cm di lunghezza minima, affogate in cemento, in fori del tipo da mina, scavati in senso ortogonale alla falda ed allestiti alla distanza di circa m 1 l'uno dall'altro, secondo le linee di massima pendenza, e rispettivamente secondo l'altezza del rotolo di rete.

L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile. Alla sommità della scarpata la rete potrà essere ancorata alla roccia per tutta l'ampiezza, mediante cordolo di calcestruzzo con  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ , gettato in opera, previo denudamento della roccia dalle sostanze terrose e dai detriti.

Sulle scarpate in roccia friabile profilata a gradoni, ove è previsto il rivestimento in rete metallica e comunque in tutti quei casi ove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno si provvederà all'ancoraggio della rete, mediante la costruzione di cordoli in calcestruzzo di classe 250, anche in corrispondenza di ciascun gradone.

Il cordolo dovrà risultare continuo, gettato in opera previo denudamento della roccia e con una sezione media di cm 20x30. Esso potrà essere costruito secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, sia sul ciglio di ciascun gradone, come pure al limite interno del ripiano del gradone, al piede della scarpata. I bordi della rete, sia in sommità che alla base, saranno rinforzati, a giudizio della D.L., mediante cucitura con una fune di acciaio zincato, comunque cuciti mediante filo di ferro zincato del diametro non inferiore a quello della maglia.

### **Protezione scarpate mediante impiego di malta di cemento spruzzata**

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni le cui alzate non saranno perfettamente verticali, ma inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito tratto a tratto dalla Direzione dei 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 costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interasse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, dosata a kg 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora

delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico -chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

### **Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive**

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tali consolidamenti, qualora ordinati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere attuati sia all'aperto sia in sottoterraneo 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 tali consolidamenti potranno essere effettuati mediante iniezioni di miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori dopo accurate prove di laboratorio tenuto conto della granulometria, permeabilità, natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I componenti della miscela chimica da iniettare, la loro reciproca proporzione, nonché il sistema da attuare e le modalità da seguire per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento, saranno stabiliti caso per caso tenuto conto di tutti i fattori che possono influire sulla scelta delle attrezzature da impiegare e sul numero delle iniezioni da praticare.

## **Art. 2.38 Fondazioni speciali**

### **Classificazione**

#### *a) Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

#### *b) Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\leq 250$  mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

### **2.38.1 Definizioni**

#### *a) Pali infissi*

##### **a.1) Pali infissi gettati in opera**

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo. I pali infissi gettati in opera potranno essere realizzati senza aggiunta di sostanze tossiche o potenzialmente inquinanti.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.

Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

## a.2) Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta. I pali infissi prefabbricati potranno essere realizzati senza aggiunta di sostanze tossiche o potenzialmente inquinanti.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.
- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.
- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in operati farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

## b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

## c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

## d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;

per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione. I micropali potranno essere realizzati senza aggiunta di sostanze tossiche o potenzialmente inquinanti.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

**2.38.2 Normative di riferimento**

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

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

**2.38.3 Preparazione del piano di lavoro**

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

**Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.**

### 2.38.4 Pali di medio e grande diametro

#### a) Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali; Quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

L'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150 e, nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefiori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito.

I prefiori sono a cura e spese dell'Impresa.

#### b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfino la seguente condizione:

$c_u \geq H/3$

dove:

$c_u$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro; la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:

- rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
- la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### c) Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

### 2.38.5 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla D.L.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL;

le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

### **2.38.6 Materiali**

Le prescrizioni che seguono sono da considerarsi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

### **2.38.7 Armature metalliche**

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro; ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

### **2.38.8 Rivestimenti metallici**

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguita con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0 – 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

### **2.38.9 Conglomerato cementizio**

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria. La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm. Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ ) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a  $R_{bk} \geq 25$ .

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0,5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d < 800$  mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d \geq 800$  mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

### **2.38.10 Fanghi bentonitici**

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefiori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

#### 2.38.10.1 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm <sup>3</sup> della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 Mpa	< 18 cm <sup>3</sup>
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

#### 2.38.10.2 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione. Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m<sup>3</sup>) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1.08 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh: compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo  $\leq 12.5$  kN/m<sup>3</sup>;

- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto:  
< 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

### 2.38.10.3 Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

#### Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

### 2.38.11 Tipologie esecutive

#### 2.38.11.1 Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere.

In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica (Rck)  $Rck \geq 50$  MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (UNI EN 206).

Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm.

La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore.

I pali potranno essere precompressi, se richiesto, mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti.

I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (Rck) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto.

La DL ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire.

Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

#### 2.38.11.2 Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- sulla lunghezza: uguale a  $\pm 1\%$  e comunque non superiore ai  $\pm 15$  cm, per pali aventi diametro  $d < 600$  mm e  $\pm 25$  cm per pali aventi diametro  $d \geq 600$  mm;
- sul perimetro: uguale al  $\pm 2\%$ ;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq \pm 3\%$ ;
- errore rispetto alla posizione planimetrica:  $\leq 15\%$  del diametro nominale in testa;
- quota testa palo:  $\pm 5$  cm.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della DL, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

#### 2.38.11.3 Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Impresa dovrà presentare, sugli elaborati grafici riguardanti le fondazioni, la pianta della palificata e la posizione planimetrica di tutti i pali (inclusi gli eventuali pali di prova) con numero progressivo, ed un programma cronologico delle modalità di infissione elaborato in maniera tale da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere adiacenti e sui pali già installati.

#### 2.38.11.4 Attrezzature per infissione

Le attrezzature di infissione dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto.

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti in sito; è da prescriversi una energia minima di 120 kJ.

L'impresa dovrà fornire l' seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

- marca del vibratore;
- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

L'efficienza "E" non dovrà essere inferiore al 70 %.

La DL potrà richiedere la strumentazione del battipalo, per misurare la velocità terminale del maglio per ricavare sulla base delle reali caratteristiche dell'attrezzatura certificata dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

#### 2.38.11.5 Infissione

L'infissione si realizzerà tramite battitura, senza asportazione di materiale.

Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni di acqua.

L'avanzamento del palo in tali terreni avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Tali iniezioni di acqua dovranno essere sospese non appena si è superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto.

Nella eventualità di esigenze realizzative di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni di acqua, si potranno eseguire dei "prefori", aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla sezione minima del palo.

Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se presente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

I prefori sono a cura e spese dell'Impresa.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

A) la lunghezza minima di progetto;

B) il rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo si intende quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 2,5 cm.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.) la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3 - 0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

#### 2.38.11.6 Pali infissi gettati in opera

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tubo forma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tubo forma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio, realizzato forzando mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

#### 2.38.11.7 Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sul diametro esterno della cassaforma infissa:  $\pm 2\%$ ;

- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq 2\%$ ;

- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

#### 2.38.11.8 Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati (in genere interasse non inferiore ai tre diametri).

#### 2.38.11.9 Attrezzature per infissione

Valgono le indicazioni riportate nel punto 2.38.11.4

E' prevista tuttavia la possibilità di impiego di un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello.

E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

#### 2.38.11.10 Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

E' ammesso se previsto dal progetto, o se approvato dalla DL, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento.

Nel caso si impieghi un mandrino questo verrà introdotto nel rivestimento, sarà espanso e mantenuto solidale al tubo forma per tutta la durata dell'infissione, alla fine della quale verrà estratto.

Per i pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso.

Il secondo spezzone, nel caso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da una opportuna attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- A) raggiungimento della quota di progetto;
- B) raggiungimento del rifiuto minimo specificato dove con il termine rifiuto minimo si intende quando l'infissione corrispondente a 100 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 10 cm.

Nel caso del raggiungimento del rifiuto la DL potrà richiedere all'Impresa la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc).

L'Impresa, al fine di contenere le vibrazioni o il danneggiamento di opere o pali già esistenti, potrà eseguire prefori, i quali dovranno avere un diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento.

Di norma la profondità da raggiungere sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante se esistente.

Il preforo, potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati e/o cementati.

I prefori sono a cura e spese dell'Impresa.

#### 2.38.11.11 Formazione del fusto del palo

Terminata l'infissione del tubo forma, verrà posta al suo interno la gabbia di armatura.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non sia superiore ai 15 cm.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere effettuato a partire dal fondo del foro utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro  $d = 20 - 25$  cm, in spezzoni della lunghezza di 3,0 m, alla cui estremità superiore è collocata una tramoggia di capacità pari a 0,40 - 0,60 m<sup>3</sup>.

Il getto dovrà essere portato sino a 0,5 - 1,0 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo.

Nel caso di pali infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio, si provvederà alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tubo forma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente le seguenti caratteristiche:

- rapporto  $a/c \leq 0,4$ ;
- "slump"  $s \leq 4$  cm

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua e/o terreno.

A tale scopo il rivestimento dovrà avere la scarpa sotto un battente di calcestruzzo di almeno 2,0 m.

#### 2.38.12 Pali trivellati

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengono a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possano essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

#### 2.38.12.1 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- lunghezza:
  - pali aventi diametro  $D < 600 \text{ mm}$   $\pm 15 \text{ cm}$ ;
  - pali aventi diametro  $D \geq 600 \text{ mm}$   $\pm 25 \text{ cm}$ ;
- quota testa palo:  $\pm 5 \text{ cm}$ ;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

#### 2.38.13 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

#### 2.38.13.1 Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 2.38.10.2.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1,0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia ed alla pulizia del fondo foro.

#### 2.38.13.2 Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m<sup>3</sup>.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3,0 – 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

#### 2.38.13.3 Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 2.38.10.3.

#### 2.38.13.4 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 2.38.13.1.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### 2.38.13.5 Formazione del fusto del palo

Valgono le indicazioni riportate nel punto 2.38.13.2.

#### 2.38.13.6 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvistamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### 2.38.13.7 Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 kPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

#### 2.38.13.8 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le prescrizioni di cui al punto 2.38.13.4.

#### 2.38.13.9 Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 2.38.7.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 2.38.9.

### 2.38.14 Micropali

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$c_u \geq \frac{gH}{3}$

dove:

$g$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

#### 2.38.14.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;

la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;

la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;

quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;

lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### 2.38.14.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### 2.38.14.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

#### 2.38.14.4 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### 2.38.14.5 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### 2.38.14.6 Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

#### 2.38.14.7 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :  
 $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:  
 $a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua :	600 kg
cemento :	1200 kg
additivi :	10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$g = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

acqua :	300 kg
cemento :	600 kg
additivi :	5 ÷ 10 kg
inerti :	1100 ÷ 1300 kg

#### 2.38.14.8 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

#### 2.38.14.9 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

#### 2.38.14.10 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 2.38.14.8.

#### 2.38.14.11 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 2.38.14.9, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

### 2.38.15 Prove di carico

#### Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 2,5÷3 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ ).

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

#### 2.38.15.1 Prove sui pali di grande diametro

##### *Prove di carico assiale*

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

-  $P_{prova} = 1,5 P_{eserc}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1,2 P_{eserc}$  per  $D > 100$  cm

-  $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

##### *Attrezzatura e dispositivi di prova*

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\approx 3$  mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa  $M$  dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1,2 \cdot P_{prova} / g = 0,12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

#### *Preparazione della prova*

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n. 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{\min.} = 1,5$  m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

#### *Programma di carico*

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

#### 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $t = 15'$ ):

$$\delta s \leq 0,025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$
- 

#### 2° CICLO

a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $3 \delta P$ ) con misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ ; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lim} - \delta P$ )
- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 0,10$  diametri.

#### *Risultati della prova*

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### *Prove di carico su pali strumentati*

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 4.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

#### *Attrezzature e dispositivi di prova*

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0,2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

#### *Prove di carico laterale*

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $d = 81/76$  mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

## 2.38.15.2 Prove di carico su micropali

*Prove di carico assiale*

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

-  $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$

$P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

*Attrezzature e dispositivi di prova*

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 2.38.15.1.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 2.38.15.1.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

*Programma di carico*

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

## 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento  $s$  è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\delta t = 15'$ ):

$s \leq 0,025$  mm.

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$ ,  $t = 10'$ ,  $t = 15'$ .

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a  $t = 30'$ ,  $t = 45'$  e  $t = 60'$ .

## 2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes
- b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes
- e) Lettura dei cedimenti come in "b"
- f) Scarico come in "c"
- g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes
- h) Lettura dei cedimenti come in "b"
- i) Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$ .

### 3° CICLO

- a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
- c) Il carico Pprova, quando è  $< Plim$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0, t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(Plim) \geq 2 \cdot s(Plim - \delta P)$
- $s(Plim) \geq 0,2 d + sel$

ove :

d = diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo.

#### *Risultati delle prove*

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 2.38.5.1.

#### 2.38.15.3 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;

scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### *Prove geofisiche*

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro  $> 800$  mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno tre per diametri superiori.  
Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

#### *Carotaggio continuo meccanico*

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

#### *Scavi attorno al fusto del palo*

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 – 5,0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **Art. 2.39 Terre armate**

Il sistema prevede l'impiego di geotessili per il rinforzo e di un paramento, sostenuto con casseforme a perdere in rete elettrosaldata, successivamente vegetato.

Elementi fondamentali del sistema sono:

- Il geotessile di rinforzo,
- Il geotessile che contiene il terreno vegetale e consente la crescita della vegetazione,
- le casseforme a perdere.
- l'idrosemina

Il riempimento è costituito da materiale arido, esclusa la fascia 0,3 - 0,5 m a ridosso delle casseforme, dove il terreno è di tipo vegetale.

#### **Geotessile d'Armatura**

Lo speciale nontessuto, generalmente utilizzato per il rinforzo (armatura), viene prodotto con metodiche esclusive, su impianti di avanzata tecnologia.

Tali procedimenti, nonché la sovrapposizione di fibre continue orientate (polipropilene e/o poliestere) ad alta tenacità, conferiscono all'armatura elevate qualità fisico-meccaniche, un alto modulo di resistenza ed una contenuta deformazione. (Creep nullo al 30% del carico di rottura)

#### **Scheda tecnica**

- Materiale	Polipropilene/poliestere
- Massa areica +/- 10%	350 gr./mq
- Resistenza a trazione: longitudinale	> 40 KN/m
- Resistenza a trazione: trasversale	> 19 KN/m
- Allungamento a rottura: longitudinale	49%
- Allungamento a rottura: trasversale	55%

#### **Geotessile di Contenimento**

Il geotessile di contenimento, è un geocomposito costituito da fibre in poliestere e/o polipropilene a filo continuo, strutturato in maglie con fori di circa 2x4 mm, accoppiato ad un velo di fibre leggera a fiocco

Tale geotessile viene utilizzato per il contenimento del terreno vegetale, ed è cos1 strutturato, per favorire l'alloggiamento dei componenti e fibre, substrato di appoggio per la vegetazione.

#### **Scheda tecnica**

- Materiale	Polipropilene/poliestere
- Massa areica +/- 1 0%	160 gr/mq

- Resistenza a trazione: longitudinale > 13 kN/m
- Resistenza a trazione: trasversale > 13 kN/m
- Stabile ai raggi UV
- Imputrescibile

### **Biostuoie**

La biostuoia antierosione, ha la funzione di proteggere le scarpate, appena seminate, dall'azione battente della pioggia e favorire la crescita e sviluppo del manto erboso, dovrà essere costituita da un cuscinetto di fibre di cocco trattenute da un lato da una sottile rete sintetica fotossidabile e da un velo di cellulosa. La biostuoia dovrà avere un peso non inferiore a 450 g/m<sup>2</sup> e dovrà essere completamente biodegradabile.

### **Biorete antierosione**

La biorete antierosione, ha la funzione di proteggere le scarpate, appena seminate, dall'azione battente della pioggia e favorire la crescita e sviluppo del manto erboso, dovrà: avere una struttura a maglia quadrata di apertura nominale 10 mm, essere costituita da fibre di cocco. La biorete dovrà avere un peso non inferiore a 700 g/m<sup>2</sup> (norma ASTM D 3776). La biorete dovrà essere completamente biodegradabile. La resistenza a trazione del materiale secco dovrà essere non inferiore a 21 kN/m in direzione longitudinale e 9 kN/m in direzione trasversale con un allungamento rispettivamente non superiore a 24 % e 34 % (norma ASTM D 4599).

### **Biofeltro**

Il biofeltro antierosione, ha la funzione di proteggere le scarpate, appena seminate, dall'azione battente della pioggia e favorire la crescita e sviluppo del manto erboso, dovrà essere costituito da fibre interamente vegetali e trucioli di legno coesionati meccanicamente mediante agugliatura, e senza impiego di collanti e cuciture, su un supporto costituito da una rete sintetica fotossidabile. Il biotessile dovrà avere un peso non inferiore a 220 g/m<sup>2</sup> e dovrà essere completamente biodegradabile.

### **Casseforme**

La struttura metallica di contenimento è costituita da una rete in tondini di ferro elettrosaldati, di diametro non inferiore a 6 e 8 mm, con maglie di lato variabile tra 0,6 e 0,4 m.

Il pannello presagomato ad L, di lunghezza variabile, ha un'altezza di circa 0,50 - 0,70 m, e la base orizzontale, larga circa 0,55 - 0,65 m, viene appoggiata sulla faccia superiore dello strato di rilevato.

La costruzione della struttura procede per cicli successivi, ciascuno dei quali prevede: la posa del geotessile d'armatura, delle casseformi, del geotessile vegetale, stesa e compattazione in duplice tornata degli strati di terreno inerte e vegetale, di spessore non superiore a cm 65.

### **Idrosemina**

L'inerbimento, successivo alla costruzione della struttura, viene realizzato sullo sviluppo del paramento, con uno specifico trattamento mediante formazione (a spruzzo) di un substrato vegetativo ricco di composti e sostanze organiche ad alta capacità d'assorbimento, atossiche, non corrosive e biodegradabili, innocue per ogni tipo o forma di vita animale e vegetale. Le soluzioni vengono irrorate con una speciale macchina idroseminatrice, appositamente progettata per la distribuzione uniforme delle miscele.

### **Calcolo del sistema**

La terra rinforzata, associazione di terreno e geotessile, si basa essenzialmente sulle forze di attrito innescate da questi due principali materiali. La forza di trazione nell'armatura non è costante, ma presenta il massimo valore alla frontiera tra la zona attiva e la zona resistente; ne deriva che il valore della coesione apparente nel massiccio armato è direttamente proporzionale alla resistenza a trazione del geotessile

Il metodo di calcolo della stabilità di strutture prevede le seguenti fasi:

- verifica valore ammissibile di compressibilità del piano di posa;
- stabilità allo schiacciamento del piano di fondazione secondo il metodo di Meyerhof e i parametri di NHIEM;
- verifica allo scorrimento;
- verifica al ribaltamento;
- verifica interna;
- verifica di stabilità globale esterna.

**Verifica di stabilità interna**

L'analisi della stabilità interna del rilevato può essere fatta utilizzando numerosi metodi conosciuti nella letteratura specializzata quali Broms, Murray, Enka, Ruegger, Jaecklin, Jewel ecc.

Il metodo qui utilizzato è quello di Ruegger nella versione modificata FMFA (laboratorio di prova dei materiali Baden Wurtemberg - Università di Stoccarda) che utilizza le classiche equazioni di equilibrio della meccanica delle terre.

Vengono considerati due meccanismi di rottura:

- a) **rottura lungo un piano di scorrimento ripido**
- b) **rottura con un meccanismo a doppio corpo.**

a) Rottura lungo un piano di scorrimento ripido

Questo metodo analizza la sicurezza interna del terrapieno nella supposizione che il corpo di gravità lungo piani ripidi di scorrimento sia in equilibrio con l'ammontare delle forze mobilitate dai geotessili. Il valore di inclinazione del piano che darà il minor coefficiente di sicurezza sarà il piano di scorrimento ripido ed il coefficiente di sicurezza alla stabilità dovrà essere **Fgeo = > 2.0**

b) Rottura con un meccanismo a doppio corpo

Nella rottura con meccanismo a doppio corpo la massa di terra posteriore preme con la spinta attiva sul corpo del rilevato al di sopra del piano di scorrimento.

Per il calcolo della sicurezza a rottura a doppio corpo, si considera la spinta attiva  $E_i$  (calcolata con il Trial Wedge) del cuneo di terreno che preme sul paramento posteriore del corpo del rilevato al di sopra del piano di scorrimento.

Si calcolano le forze necessarie per evitare la rottura lungo detti piani, confrontandole con quelle ammissibili fornite dai geotessili di armatura intersecati da dette superfici di scorrimento e determinando infine la loro lunghezza minima.

Anche per questa verifica il coefficiente di sicurezza alla stabilità dovrà essere **Fgeo = > 2.0**

**Verifica di stabilità globale**

La stabilità globale del rilevato è analizzata con i consueti metodi di verifica della stabilità dell'equilibrio limite, utilizzando sia superfici circolari che superfici poligonali.

I metodi di calcolo utilizzati sono Bishop, Janbu semplificato o modificato e Spencer.

La stabilità del pendio corrisponde alla ricerca di quella a cui compete il minimo coefficiente di sicurezza che in accordo al D.M. 11.03.1988 deve garantire un valore minimo pari a 1,30.

Il contributo dei geotessili di armatura alla stabilità viene fatto o introducendo nella analisi i contributi della forza ammissibile (funzione della lunghezza di ancoraggio dalla curva di scivolamento e del carico geostatico gravante) oppure in modo semplificato usando una coesione apparente.

**Parametri di progettazione**

Carico di esercizio del geotessile

Il carico utile di utilizzo del geotessile di armatura è dato da:

$$T_{adm} = Tr * CRS / (FD * FC * FA * FS)$$

dove:

- |            |  |
|------------|--|
| <b>Tr</b>  | = sforzo di trazione a rottura determinato secondo norma CNR UNI |
| <b>CRS</b> | = fattore di riduzione per deformazioni differite (creep)        |
| <b>FD</b>  | = fattore di sicurezza alla durabilità                           |
| <b>FC</b>  | = fattore di sicurezza al danneggiamento durante la posa         |
| <b>FA</b>  | = fattore di sicurezza al deterioramento chimico ambientale      |
| <b>FS</b>  | = fattore di sicurezza globale                                   |

**2.39.1 Caratteristiche del materiale di riempimento**

Tra le positive peculiarità delle terre rinforzate, va sottolineata la possibilità di recupero e reimpiego dei materiali di risulta in sito.

Di norma vengono utilizzati i materiali previsti dalle norme CNR-UNI appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 o A4, con pezzatura compresa e non superiore allo spessore degli strati; tuttavia si possono considerare anche materiali di classe inferiore purché liberi da componenti organiche, adeguando l'elaborazione progettuale ed il dimensionamento dei teli d'armatura in rapporto ed in considerazione ai nuovi parametri ed all'utilizzo finale dell'opera.

Si assumeranno come parametri geomeccanici quelli forniti dalla relazione geotecnica; considerando, in particolare, coesione nulla all'interno del rilevato armato e come angolo di attrito del materiale quello efficace (trascurando a favore della sicurezza quello di picco).

Angolo di attrito terreno geotessile

Sebbene l'attrito tra geotessile e terreno sia più alto di quello tra terreno e terreno, si considera per ragioni di sicurezza un angolo di attrito tra i due materiali pari a quello del terreno o ridotto secondo il coefficiente di interazione d.

Le tensioni tangenziali tra geotessile e terreno sono

$$t = s,v * d * Tg (diam)$$

dove

<b>s,v</b>	= pressione normale effettiva
<b>b</b>	= angolo di attrito terreno-geotessile
<b>d</b>	= $Tg (b) / Tg (\emptyset)$
<b>diam</b>	= angolo di attrito del terreno.

## Art. 2.40 Tiranti d'ancoraggio

Con il termine "ancoraggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte al sostegno dei terreni e delle rocce, realizzati tramite armature che si estendono a tergo della sezione di scavo.

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, che può essere di tipo provvisorio o permanente, si distinguono le seguenti tipologie principali di ancoraggio:

**Tiranti d'ancoraggio presollecitati**

Sono caratterizzati dalla presenza di una o più guaine per la protezione dell'armatura dalla corrosione.

**Bulloni d'ancoraggio**

Sono caratterizzati dall'assenza di guaine, di lunghezza generalmente non superiore a 12 m, e possono essere convenzionalmente suddivisi in:

bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio;

bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad "omega";

bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile;

bulloni costituiti da lamiere, barre o profilati infissi a pressione senza perforazione preventiva.

Le perforazioni per gli ancoraggi, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite tramite sonde a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Prima di procedere alle iniezioni, l'Impresa dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e il lavaggio con getto d'acqua a pressione.

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, il tipo di miscela da iniettare in ciascun foro sarà definito dall'Impresa e concordato con la Direzione Lavori. La miscela dovrà essere preparata mediante adatto mescolatore meccanico.

Le iniezioni saranno eseguite alla pressione predeterminata in fase di progetto o qualificazione e concordata con la Direzione Lavori, tramite l'impiego di macchinari atti a raggiungere gradualmente una pressione di almeno 800 kPa.

In ogni caso durante l'iniezione si dovrà aumentare gradualmente il valore della pressione fino a raggiungere il valore predeterminato.

Qualora gli ancoraggi operino in terreni interessati dalla presenza di acque aggressive nei confronti dei cementi o dell'acciaio, gli ancoraggi saranno costituiti da materiali mutualmente compatibili, da un punto di vista elettrochimico, con le parti meccaniche dell'ancoraggio.

In particolare, sarà curata la protezione delle testate di ancoraggio e saranno utilizzate idonee iniezioni di intasamento dei fori a base di cementi ad alta resistenza chimica.

Le seguenti attività sono da considerarsi comprese nella realizzazione degli ancoraggi:

- le guaine, i tubi di iniezione e di sfiato, i dispositivi di bloccaggio e di fissaggio, i distanziatori, piastre ripartitrici e di ancoraggio con i relativi accessori quali bulloni e rosette;
- il serraggio, la tesatura ed il collaudo, nonché quant'altro occorrente per la perfetta messa in esercizio degli ancoraggi.

### *Tiranti ancoraggio presollecitati*

I tiranti presollecitati saranno costituiti da trefoli, trecce, fili o barre di acciaio armonico, e saranno atti a sopportare una forza di utilizzazione in esercizio non inferiore a 300 kN.

Tutti i tiranti saranno posti in opera completi di tubi di iniezione e sfiato, guaine, tamponi, giunzioni, distanziatori e dispositivi di bloccaggio, e di tutti gli accessori occorrenti per la perfetta messa in esercizio del tirante.

La tesatura ed i controlli dei tiranti avverranno secondo le modalità e le fasi proposte dall'Impresa e concordate con la Direzione Lavori.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- l'acciaio armonico stabilizzato possiederà le caratteristiche fissate per i corrispondenti acciai da impiegare per le strutture in cemento armato precompresso.
- le caratteristiche del cemento saranno determinate in conformità al D.M 3.6.1968 e successivi aggiornamenti.

Saranno utilizzati solo cementi con contenuto totale di cloro inferiore allo 0,05% del peso del cemento e contenuto totale di zolfo (da solfuri S--) inferiore allo 0,15% del peso del cemento, al fine di evitare pericolo di corrosione sotto tensione.

*Bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio*

I bulloni ad aderenza continua saranno realizzati mediante barre in acciaio aventi diametro non inferiore a 24 mm.

La cementazione del bullone sarà effettuata mediante iniezioni di boiaccia di cemento antiritiro ovvero con fialoidi di resina epossidica, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l'aderenza del bullone al terreno per tutta la sua lunghezza.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x8 mm.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- le barre in acciaio saranno del tipo FeB44K controllato in stabilimento;
- la composizione della miscela sarà definita dall'Impresa e concordata con la Direzione Lavori.
- Nel caso di impiego di cementi speciali o resine sintetiche, dovrà essere garantita l'assenza di ioni aggressivi e l'impiegabilità nel caso specifico.

*Bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad omega*

I bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio espandibile, preresinato e sagomato ad omega, saranno atti a sopportare una forza di utilizzazione in esercizio non inferiore a 10 ton.

La preresinatura sarà eseguita mediante immersione, dopo opportuna pulizia e sgrassatura, in una vernice gommosa monocomponente a base di bitume modificato (ciclizzato) e componenti attivi allo zinco.

Il foro di alloggiamento del tubo avrà diametro opportuno per ottenere la massima resistenza allo sfilamento, e l'espansione del tubo avverrà tramite acqua iniettata ad una pressione pari ad almeno 30 MPa.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x10 mm.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche: i tubi espandibili presagomati ad omega dovranno avere caratteristiche minime:

- spessore non inferiore a 2 mm;
- diametro esterno in posizione ripiegata non inferiore a 25 mm, espandibile fino a 41 mm.
- l'acciaio del tubo avrà una tensione di snervamento non inferiore a 380N/mm<sup>2</sup> e un allungamento a rottura non inferiore al 35%.

*Bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile*

I bulloni ad espansione meccanica con testa di ancoraggio espandibile saranno realizzati con barre di acciaio aventi diametro non inferiore a 16 mm.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x6 mm.

Qualora fosse ritenuto necessario, l'intasamento del foro dovrà essere fatto con iniezioni di malte cementizie o altre miscele idonee.

L'acciaio dovrà avere una tensione di snervamento non inferiore a 380 N/mm<sup>2</sup> e allungamento a rottura non inferiore al 14%.

*Bulloni costituiti da lamiere, barre o profilati infissi a pressione*

Le lamiere, barre o profilati, di acciaio o di vetroresina, saranno infisse a pressione senza perforazione preventiva mediante spinta con macchinario idoneo.

In particolare, il macchinario dovrà applicare una spinta continua all'elemento ed impedire lo svergolamento dello stesso, e sarà dotato di un sistema per la registrazione continua della spinta applicata per l'infissione.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- l'acciaio per barre sarà del tipo FeB44K controllato in stabilimento o superiore, quello per lamiere e profilati del tipo Fe 360 o superiore qualora previsto in progetto;
- i tubi in vetroresina avranno superficie esterna liscia o corrugata, diametro esterno non inferiore a 60 mm e spessore non inferiore a 10 mm.

La vetroresina dei tubi e dei profilati dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- peso dell'unità di volume non inferiore a 1.8 g/cm<sup>3</sup>;
- contenuto in fibre di vetro non inferiore al 50% del peso;
- resistenza a trazione non inferiore a 450 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a taglio non inferiore a 95 N/mm<sup>2</sup>.

Prima di procedere all'esecuzione degli ancoraggi, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura una serie di "ancoraggi di prova" atti a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a verificare ed eventualmente modificare, il dimensionamento degli ancoraggi previsto dal progetto esecutivo.

Tali ancoraggi non saranno utilizzabili per l'impiego successivo.

**MISCELE CEMENTIZIE:**

Si dovrà aver cura di realizzare uno studio preliminare della miscela cementizia di iniezione che avverrà a cura dell'Impresa.

Dovrà essere effettuato con debito anticipo rispetto alla data di inizio dei lavori di consolidamento.

*Preparazione dei provini e prove sulle miscele cementizie*

Si dovranno eseguire, eventualmente in presenza della D.L., gli impasti di prova della miscela cementizia, secondo le indicazioni previste in progetto.

I risultati delle prove eseguite verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Su tale relazione si dovrà riportare:

elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo, e qualità dei medesimi;

certificati dei materiali costituenti la miscela di impasto;

tipo e dosaggio del cemento;

rapporti acqua/cemento;

tipo e dosaggio degli eventuali additivi;

risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione;

caratteristiche dell'impianto di confezionamento.

La documentazione dovrà essere fornita alla D.L., che procederà all'eventuale approvazione.

L'approvazione tuttavia, non solleva l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle Norme vigenti.

In sede di posa in opera si dovranno effettuare le seguenti attività:

Prelievo dei campioni, per l'esecuzione di prove di compressione a rottura, che a 7 giorni e  $20\text{ °C} \pm 1$ , dovrà risultare  $\geq 15$  MPa e del peso specifico.

Verifica della fluidità ad ogni impasto, che mediante il cono di Marsh dovrà essere compresa tra 10 – 30 sec.

Essudazione, dovrà essere al massimo essere pari al 2% in volume.

**RESINE:**

Le resine da impiegare negli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta.

Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche,
- i tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri,
- la certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione.

Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:

- Misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a  $20\text{ °C}$ .
- Misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purché determinato secondo le modalità di cui sopra.
- Misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite  $\geq 5\%$  del peso iniziale.
- Prove di resistenza a trazione delle resine indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm).

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla D.L..

La D.L. si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Impresa.

**Prove per il progetto degli ancoraggi***Definizioni*

Ancoraggio: elemento di rinforzo della roccia e del terreno, comprendente tiranti, chiodi e bulloni.

Tirante: elemento strutturale operante a trazione, atto a trasmettere forze di coazione ai terreni e alle rocce, costituito da testata, tratto libero e fondazione.

Bullone: elemento strutturale operante in un dominio di trazione, impiegato in roccia, non interamente connesso al terreno, costituito da testata, tratto libero e elemento di connessione al terreno.

Chiodo: elemento strutturale operante in un dominio di trazione/taglio, impiegato in roccia e terra, interamente connesso al terreno.

$N_{fu}$  forza limite ultima dell'ancoraggio con riferimento alla fondazione;

$N'_{ys}$	forza al limite caratteristico convenzionale di snervamento dell'armatura dell'ancoraggio di prova cementato;
$N_{ys}$	forza al limite caratteristico convenzionale di snervamento dell'armatura dell'ancoraggio;
$N_o$	forza di allineamento del tirante;
$N_c$	forza di collaudo del tirante;
$N_Q$	forza teorica di utilizzazione del tirante;
$N_i$	forza tesatura dell'ancoraggio.

### Generalità

I criteri di progettazione, verifica e costruzione delle opere faranno sempre riferimento alle prescrizioni del D.M. 11.03.88 e alle istruzioni contenute nella Circ. 30483 del 24.09.88, in particolare ai punti D. (Opere di sostegno), F. (Gallerie e manufatti sotterranei) e O. (Ancoraggi).

Per quanto non specificamente previsto, si dà riferimento alle Raccomandazioni AICAP – edizione 1993.

Per tutte le prove (preliminari e di collaudo) valgono le seguenti prescrizioni generali:

- le prove devono essere eseguite da personale specializzato, nel rispetto delle norme che garantiscono la sicurezza degli operatori e di terze persone;
- nel caso in cui si richieda la valutazione degli allungamenti dell'elemento, questi devono essere misurati con riferimento ad un punto fisso esterno alla zona in cui si risentono significativamente le azioni trasmesse dal tirante stesso;
- nel caso in cui vengano misurati solo gli allungamenti o la forza applicata, l'apparecchiatura impiegata deve consentire di effettuare le misure con la seguente precisione:
  - per gli allungamenti: 1 mm;
  - per le forze applicate: 3% del carico di prova.
- nel caso in cui la prova richieda la misura degli incrementi di allungamento e di carico, è necessario assicurare una precisione delle misure non inferiore a 0.1 mm per gli allungamenti e del 2% per le forze.

### Prove preliminari su ancoraggi

Le prove di carico su ancoraggi dovranno essere realizzate ove richiesto dal capitolato o dalla Direzione Lavori, in via preliminare, al fine di dimensionare la fondazione dell'ancoraggio.

Le prove preliminari, dovranno essere:

- ripetute per ogni tipo di ancoraggio (definito in base ai materiali, alle modalità di perforazione, iniezione ecc.);
- ripetute per ciascuno dei diversi tipi di terreno interessati dalla fondazione dell'ancoraggio, avendo cura che il terreno di prova riproduca effettivamente le condizioni idrauliche, stratigrafiche e tensionali dell'opera;
- realizzate con ancoraggi aventi le medesime caratteristiche di quelli che saranno poi effettivamente messi in opera (materiali, modalità esecutive...);
- eseguite a cura di personale qualificato con strumentazioni tarate in Laboratorio Ufficiale, adottando quale riferimento di misura degli spostamenti un punto fisso sufficientemente lontano dall'ancoraggio, utilizzando strumenti con precisione non inferiore al 2% della forza limite ultima allo sradicamento  $N_{fu}$  per le forze, e a 0,1 mm per gli allungamenti.

Di ciascuna prova eseguita dovrà essere restituita alla Direzione Lavori opportuna documentazione (grafici e tabelle).

Le prove preliminari sugli ancoraggi sono a carico dell'Appaltatore.

### Chiodi e bulloni

Le prove hanno lo scopo di determinare l'effettiva forza di sfilamento dell'ancoraggio dal terreno circostante e, dove possibile, di determinare la tensione di aderenza limite all'interfaccia ancoraggio - roccia. Esse saranno eseguite su ancoraggi effettivamente messi in opera prevedendo che tra i primi chiodi (o bulloni) realizzati, almeno uno sia obbligatoriamente sottoposto a prova distruttiva; per ogni tipo di chiodo (o bullone) dovranno essere eseguite No. 1 prove di rottura ogni 100, o frazione di 100 ancoraggi messi in opera. Su richiesta della Direzione Lavori le prove potranno essere realizzate anche su chiodi (bulloni) non appartenenti alle strutture da realizzare.

Per bulloni d'ancoraggio ad espansione meccanica la prova consiste nel caricare a velocità costante (pari a quella prevista per la tesatura in opera) rilevando la forza di rottura della fondazione oppure la forza per raggiungere lo snervamento dell'armatura (limite allo 0.2%). Quale forza ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione oppure quella al limite allo 0.2% di snervamento della barra d'acciaio impiegato.

Per bulloni d'ancoraggio con barra connessa direttamente alla roccia (con cemento/resina), le prove dovranno essere eseguite con fondazione lunga 0.85 volte la fondazione prevista nel primo dimensionamento. La prova consiste nel caricare a velocità costante il bullone fino a rottura della fondazione oppure per raggiungere lo snervamento dell'armatura (limite

allo 0.2%). Quale forza ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione divisa per 0.85, oppure quella al limite allo 0.2% di snervamento della barra d'acciaio impiegato.

Per chiodi d'ancoraggio la prova consiste nel caricare a velocità costante in modo da raggiungere la forza di sradicamento (rottura della roccia o all'interfaccia cemento-roccia), oppure quella di snervamento dell'armatura (limite allo 0.2%) per un tempo minimo di 15'.

Qualora l'armatura fosse in vetroresina, il carico massimo di prova corrisponderà all'85% della resistenza certificata dal fornitore.

Per chiodi d'ancoraggio d'altro tipo (esempio: ancoraggi tipo "swellex"), la prova viene sviluppata in modo analogo a quella delle chiodature. La forza ultima dell'ancoraggio corrisponderà alla forza di sfilamento oppure a quella di snervamento dell'armatura (limite allo 0.2%).

### *Tiranti*

Le prove preliminari saranno eseguite su tiranti non appartenenti alle strutture da realizzare.

Le prove di carico a rottura sono obbligatorie ogniqualvolta il numero totale dei tiranti  $n$  in ciascun tipo di terreno sia  $n > 30$ . Per ogni tipo di tirante dovranno essere eseguite 2 prove di rottura ogni 100, o frazione di 100, da mettere in opera.

Le due prove devono dare risultati congruenti; qualora i risultati non fossero soddisfacenti, le prove dovranno essere ripetute con nuovi tiranti aventi la fondazione opportunamente allungata fino ad ottenere risultati congruenti. Per i criteri di interpretazione e accettazione dei risultati si fa riferimento alle raccomandazioni AICAP 1993. Le due prove saranno eseguite con modalità differenti:

- 1) Tirante No. 1: la prova, che ha lo scopo di determinare la forza tangenziale ultima di aderenza  $N_{fu}$  tra fondazione e terreno. La forza limite ultima della fondazione  $N_{fu}$  deve essere raggiunta senza superare nell'armatura cementata il valore di  $0.90 N'_{ys}$  (forza al limite caratteristico convenzionale di snervamento dell'armatura cementata), prevedendo di operare modificando la qualità dell'acciaio cementato (o la lunghezza della fondazione dell'ancoraggio). La prova sarà condotta con le seguenti fasi:
  - Tesatura preliminare fino a  $N_o = 0.1 N'_{ys}$ . Allungamenti e forze saranno misurati solo dal termine di questa prima fase.
  - Tesatura a incrementi di  $0.15 N'_{ys}$  (ultimo incremento di  $0.05 N'_{ys}$ ) fino alla forza  $0.90 N'_{ys}$  (o allo sfilamento). In ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un tempo non inferiore a 15' nel caso di roccia o terreni non coesivi (misure dell'allungamento a inizio e fine livello di carico) e di 30' nel caso di terreni coesivi (misure dell'allungamento a 0 - 2' - 4' - 8' - 15' - 30').
  - Scarico fino alla forza  $N_o$  in tre stadi con sosta di 1' e misura degli allungamenti residui.

I risultati saranno restituiti come:

- nel caso di terreni non coesivi e rocce, come grafici forza vs allungamento;
- nel caso di terreni coesivi, come grafici forza vs allungamento, grafici semilogaritmici allungamento vs logaritmo tempo per ciascun livello di carico, grafici pendenza finale tangente a delle predette curve vs forza applicata.

- 2) Tirante No. 2: la prova ha lo scopo di confermare i risultati della prova No. 1, determinare il comportamento dell'ancoraggio sollecitato alla forza teorica di utilizzazione  $N_Q$  e stabilire la forza di collaudo  $N_c$ . Il tirante dev'essere realizzato con la stessa armatura dei tiranti di esercizio.

La prova sarà condotta con le seguenti fasi:

- Tesatura preliminare fino a  $N_o = 0.1 N_Q$ . Allungamenti e forze saranno misurati a cominciare dal termine di questa prima fase.
- Tesatura a incrementi di  $0.1 N_Q$  fino alla forza di  $1.2 N_Q$ . In ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un tempo non inferiore a 5' nel caso di roccia o terreni non coesivi (misure dell'allungamento a inizio e fine livello di carico) e di 15' nel caso di terreni coesivi (misure dell'allungamento a 0 - 2' - 4' - 8' - 15').
- Scarico fino alla forza  $N_o$  in tre stadi con sosta di 1' e misura degli allungamenti residui al termine della sosta.
- Nuova tesatura per incrementi di  $N_{ys}$  (forza limite caratteristico convenzionale di snervamento dell'armatura cementata) fino a  $1.2 N_Q$  con misura dell'allungamento al termine di ogni incremento di carico. Al termine la forza dovrà essere mantenuta costante per un tempo non inferiore a 5' nel caso di roccia o terreni non coesivi e di 30' nel caso di terreni coesivi (misure dell'allungamento a 0 - 2' - 4' - 8' - 15' - 30').
- Bloccaggio e sosta per un periodo non inferiore a 72 ore al termine delle quali va misurata la forza (prova ad "allungamento costante") o, in alternativa, l'allungamento a dopo aver riportato alla forza  $1.2 N_Q$  (prova ad "forza costante") il tirante.

- Scarico a  $N_0$  in tre stadi con sosta di 1' (misura degli allungamenti residui al termine della sosta), e tesatura a  $0.9 N_{ys}$ .
- Sosta per un periodo di 15' in roccia e terreno non coesivo e di 60' in terreno coesivo, al termine delle quali va misurata l'allungamento finale.

I risultati saranno restituiti come:

- nel caso di terreni non coesivi e rocce, come grafici forza vs allungamento;
- nel caso di terreni coesivi, come grafici forza vs allungamento, grafici semilogaritmici allungamento vs logaritmo tempo per ciascun livello di carico, grafici pendenza finale tangente a delle predette curve vs forza applicata.

### **Prove di verifica e collaudo su ancoraggi**

#### **Generalità**

Per la tesatura e le prove di collaudo/verifica degli ancoraggi, valgono le medesime definizioni prescrizioni generali già indicate per la prove preliminari.

#### *Chiodi e bulloni*

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la verifica dei chiodi e dei bulloni messi in opera.

Il numero di ancoraggi da sottoporre alla prova sarà stabilito a esclusiva discrezione della Direzione Lavori in ragione della possibilità di accedere agli ancoraggi senza interferire con altre opere, e delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso roccioso. In via orientativa il numero di ancoraggi da sottoporre alla prova di verifica è  $n = 2 + N/100$  dove  $N$  è il numero complessivo dei tiranti realizzati;  $n$  risulta arrotondato all'unità superiore se la prima cifra decimale è pari o superiore a 5.

Le prove di collaudo su ancoraggi e bulloni sono a carico dell'Appaltatore.

La prova consiste nel caricare l'ancoraggio a velocità costante (pari a quella prevista per la tesatura in opera) fino alla forza di verifica che sarà applicata per 15'.

Le prove potranno essere sia di tipo non distruttivo che distruttivo.

Nel primo caso, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, la forza di verifica è fissata allo 0.85 della forza ultima caratteristica del tipo di ancoraggio determinata nel corso delle prove preliminari.

Nel secondo caso forza di verifica sarà pari alla forza ultima caratteristica del tipo di ancoraggio determinata nel corso delle prove preliminari; la prova va considerata conclusa anche se non avviene la rottura dell'ancoraggio alla forza  $N_c$ .

#### *Tiranti*

Si definisce collaudo di un tirante la prova a trazione non distruttiva per il controllo degli ancoraggi messi in opera. Salvo diverse disposizioni da concordare comunque con la Direzione Lavori, le prove di collaudo su ancoraggi attivi saranno eseguite su tutti gli ancoraggi in fase di tesatura, in quanto le procedure di tesatura per la posa in opera e per il collaudo coincidono.

Delle prove di collaudo dei tiranti verrà redatto un apposito verbale in contraddittorio tra Collaudatore ed Appaltatore dal quale dovranno risultare tutte le informazioni utili sulle modalità di prova e dove verranno registrati tutti i dati raccolti nel corso delle operazioni di collaudo.

Sono a completo carico dell'Appaltatore gli oneri per la tesatura e il collaudo secondo le procedure previste dai capitolati o dal collaudo. Gli oneri aggiuntivi connessi a tali prove non esulano l'Appaltatore dal farsi carico delle prove eventualmente richieste, in qualunque momento, dal Collaudatore.

La prova di collaudo si effettua attraverso un ciclo di carico e scarico del tirante realizzato con forza di collaudo pari a  $N_c = 1.20 * N_Q$ , essendo  $N_Q$  la forza teorica di utilizzazione.

Fatto salvo diverse indicazioni progettuali di posa in opera, la tesatura del tirante e quindi la prova di collaudo, comportano:

- Tesatura fino al carico di allineamento pari  $N_0 = 0.10 * N_Q$ ;
- Carico del tirante procedendo con incrementi di carico non superiori a  $(N_c - N_0)/6$  con sosta a ciascun incremento di 1 minuto al termine del quale vengono misurati gli allungamenti. Il carico di collaudo  $N_c$  deve essere mantenuto costante per un periodo di tempo pari a 5 minuti per tiranti in roccia o terreni non coesivi e a 15 minuti per tiranti in terreni coesivi;
- Scarico fino alla forza  $N_0$  in tre stadi con sosta di 1' e misura degli allungamento permanente al termine della sosta;
- Carico alla forza di tesatura  $N_t$  e bloccaggio a tale valore.

**Art. 2.41 Diaframmi in c.a. e palancolati****Generalità'****CLASSIFICAZIONE**

Si farà riferimento alla seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera
- Palancolati

**Diaframmi**

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

**Palancolati**

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità.

In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore.

Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

**Normativa di riferimento**

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

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso".
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ASTM DII43-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- DIN 4150

**DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO**

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici.

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità h soddisfino alle condizioni:

$$Cu \geq h / 3?$$

dove:

? = peso di unità di volume totale.

La perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

Dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

**PALANCOLATI**

L'Impresa dovrà comunicare alla D.L. le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla D.L. i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La D.L., a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

#### TOLLERANZE GEOMETRICHE

Diaframmi in c.a.

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = Spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

S sullo spessore, le tolleranze verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

-  $0,01 S < S? < 0,1 S$

per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

-  $0,01 S < S? < 0,01 S$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto  $\pm 20$  cm.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'Impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

Palancolati

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano del palancolato	:	$\pm 3$ cm
- verticalità	:	$\pm 2$ %
- quota testa	:	$\pm 5$ cm
- profondità	:	$\pm 25$ cm

Qualora l'infissione risultasse ostacolata l'Impresa, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

#### Preparazione dei piani di lavoro

Diaframmi

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1,0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0,35 x 0,80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le casserature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

#### Palancolati

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

### MATERIALI

#### Diaframmi

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marche disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.).

Nel caso che la perforazione sia eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

#### Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

#### Armature metalliche

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con  $D_{max}$  non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

#### Calcestruzzo

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m<sup>3</sup>/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

#### Palancole metalliche

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura  $f_t = 550 \text{ N/mm}^2$
- limite elastico  $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$ .

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

#### MODALITA' ESECUTIVE

##### Diaframmi

Posa in opera del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 m<sup>3</sup>, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo, prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 - 3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

#### Palancolati

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Per quanto riguarda le armature metalliche si rimanda a quanto già esposto nel precedente paragrafo.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Impresa potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

## **Art. 2.42 Opere provvisionali – ponteggi**

Si renderà opportuno, prima di qualsiasi opera di intervento predisporre uno studio preventivo e razionale dell'impianto di cantiere. Comprenderà la distribuzione di tutti i servizi inerenti la costruzione e tendenti a rendere il lavoro più sicuro e spedito.

Ogni parte aggiuntiva di ponteggio realizzata con elementi non previsti nella struttura modulare munita dell'apposita autorizzazione ministeriale, dovrà essere preventivamente verificata con apposito calcolo statico redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

### **Ponteggi in legno fissi**

Elementi verticali - (antenne, piantane, abetelle) con diametro cm 12-25 e lunghezza m 10-12 su cui appoggeranno tramite i gattelli, gli

Elementi orizzontali - (correnti, beccatelli) aventi il compito di collegare tra di loro le antenne e di ricevere il carico dagli

Elementi trasversali - (traverse, travicelli) che si appoggeranno con le loro estremità rispettivamente sui correnti e sul muro di costruzione e su cui insisteranno

Tavole da ponte - tavole in pioppo o in abete, comunemente dello spessore di cm 4-5 e larghezza maggiore o uguale a cm 20. Andranno disposte in modo che ognuna appoggi almeno su quattro traversi e si sovrapponga alle estremità per circa cm 40.

La distanza tra antenne sarà di m 3,20-2,60, quella delle antenne dal muro di m 1,50 circa, quella dei correnti tra loro di m 1,40-3,50 e quella dei traversi infine, sarà minore di m 1,20. I montanti verranno infissi nel terreno, previa applicazione sul fondo dello scavo di una pietra piatta e resistente o di un pezzo di legno di essenza forte e di adeguato spessore.

Sino a m 8 d'altezza ogni antenna potrà essere costituita da un solo elemento, mentre per altezze superiori sarà obbligatorio ricorrere all'unione di più elementi collegati mediante reggetta in ferro (moietta) o mediante regoli di legno (ponteggi alla romana). Le congiunzioni verticali dei due elementi costituenti l'antenna dovranno risultare sfalsati di almeno m 1. Onde contrastare la tendenza del ponteggio a rovesciarsi verso l'esterno per eventuali cedimenti del terreno, andrà data all'antenna un'inclinazione verso il muro di circa il 3% e il ponteggio andrà ancorato alla costruzione in verticale almeno ogni due piani e in orizzontale un'antenna sì e una no.

Il piano di lavoro del ponteggio andrà completato con una tavola (tavola ferma piede) alta almeno cm 20, messa di costa internamente alle antenne e poggiate sul piano di calpestio; un parapetto di sufficiente resistenza, collocato pure internamente alle antenne ad un'altezza minima di m 1 dal piano di calpestio e inchiodato, o comunque solidamente fissato alle antenne.

### **Ponteggi a sbalzo**

Dovranno essere limitati a casi eccezionali e rispondere alle seguenti norme:

- a) il tavolato non dovrà presentare alcun interstizio e non dovrà sporgere dalla facciata per più di m 1,20;
- b) i traversi di sostegno dovranno prolungarsi all'interno ed essere collegati rigidamente tra di loro con robusti correnti, dei quali almeno uno dovrà essere applicato subito dietro la muratura;
- c) le sollecitazioni date dalle sbadacchiature andranno ripartite almeno su una tavola;
- d) i ponteggi a sbalzo contrappesati saranno limitati al solo caso in cui non sia possibile altro accorgimento tecnico per sostenere il ponteggio.

**Ponteggi metallici a struttura scomponibile**

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- a) gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;
- b) le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;
- c) l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piatta e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
- d) i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;
- e) i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad intervalli maggiori o uguali a m 1,80;
- f) le tavole che costituiscono l'impalcato andranno fissate, in modo che non scivolino sui travi metallici;
- g) i ponteggi metallici di altezza superiore a m 20 o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

**Puntelli: interventi provvisori**

Usati per assorbire le azioni causanti il fenomeno di dissesto dell'elemento strutturale, sostituendosi, sia pure in via provvisoria, a questo. Potranno essere realizzati in legno, profilati o tubolari di acciaio o in cemento armato, unici ad un solo elemento, o multipli, a più elementi, formati, anche dalle strutture articolate.

L'impiego dei puntelli è agevole e immediato per qualsiasi intervento coadiuvante: permetterà infatti di sostenere provvisoriamente, anche per lungo periodo, qualsiasi parte della costruzione gravante su elementi strutturali pericolanti.

I puntelli sono sollecitati assialmente, in generale a compressione e, se snelli, al carico di punta. Pertanto dovranno essere proporzionati al carico agente e ben vincolati: alla base, su appoggi capaci di assorbire l'azione che i puntelli stessi trasmettono; in testa, all'elemento strutturale da sostenere in un suo punto ancora valido, ma non lontano dal dissesto e con elementi ripartitori (dormiente, tavole). Il vincolo al piede andrà realizzato su parti estranee al dissesto e spesso alla costruzione.

I vincoli dovranno realizzare il contrasto con l'applicazione di spessori, cunei, in legno di essenza forte o in metallo.

**Travi come rinforzi provvisori o permanenti**

Per travi in legno o in acciaio, principali o secondarie, di tetti o solai. In profilati a T, doppio T, IPE, a L, lamiere, tondini: per formare travi compatte o armate: aggiunte per sollevare totalmente quelle deteriorate. Potranno essere applicate in vista, o posizionate all'intradosso unite a quelle da rinforzare con staffe metalliche, chiodi, o bulloni.

**Art. 2.43 Paratie subalvee**

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema approvato dalla Direzione dei Lavori e comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 del 1.6.1988).

Sarà cura dell'Impresa presentare in tempo utile alla stessa Direzione dei Lavori i disegni costruttivi e precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati.

**Ture provvisorie.**

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi e a completa tenuta d'acqua.

Saranno costruite con accorgimenti e modalità tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla pressione delle terre, non lascino filtrare acqua attraverso le pareti.

Potranno essere impiegate, come ture provvisorie, palancolate tipo Larssen che, per quanto riguarda il profilo, il peso e la lunghezza del tipo, siano state approvate dalla Direzione dei Lavori.

Le ture provvisorie saranno contabilizzate e compensate soltanto quando la Direzione dei Lavori medesima ne avrà ordinata l'esecuzione, a seguito di riconosciuta necessità durante il corso dei lavori.

**Art. 2.44 Giunti di dilatazione**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 «Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali» e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

Sulla base di tali dati l'Amministrazione si riserva di provvedere direttamente alla tornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arie.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare: l'adattamento dei casseri; le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa; la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di proiezione e con quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescriberne la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

## **Art. 2.45 Demolizioni e rimozioni**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione. L'Impresa dovrà provvedere ad interrompere - e successivamente a ripristinare - le erogazioni interessate, a chiudere l'attacco in fogna, a rendere ben individuabili ed idoneamente protette le reti elettriche disposte per l'esecuzione dei lavori. Particolari cautele dovranno essere adottate in presenza di vapori tossici derivanti da tagli ossidrici o elettrici.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche. Utilizzare meccanismi conformi alle Direttive comunitarie 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE.

## **Demolizioni pianificate**

In considerazione dell'area di cantiere, dell'ubicazione del fabbricato, della tipologia dell'edificio o delle parti di edificio da demolire, dei permessi e delle prescrizioni delle autorità, del programma dei

lavori e della possibilità di smaltimento, di riciclaggio o di smaltimento; l'impresa esecutrice provvederà a demolizioni pianificate. La tecnica prevede una programmazione dei lavori particolareggiata e adeguata al luogo e all'entità del fabbricato, includendo tutta la logistica per lo smaltimento dei rifiuti nell'arco di vita del cantiere, provvedendo alla catalogazione dei prodotti e dei materiali prima di iniziare i lavori. Le fasi di demolizione pianificata prevedono: asportazione dei rivestimenti (pavimenti, parquet, rivestimenti sintetici, moquette, etc.); smontaggio delle finestre e delle porte (compresi i telai); rimozione delle parti in acciaio e in legno; separazione dei grossi elementi in acciaio, in legno; scopertura del tetto e separazione dei materiali costituenti; demolizione delle murature, dei solai, delle scale e delle fondazioni con l'impiego di attrezzature speciali (tenaglie e pinze per il calcestruzzo armato); separazione dei rifiuti (armature, calcestruzzo, murature in laterizio, etc.). Le demolizioni pianificate avverranno secondo le indicazioni della D.L secondo le priorità che prevedono: evitare di mischiare i rifiuti edili, programmare le fasi di rimozione e di demolizione, organizzare le aree di separazione e di suddivisione dei materiali. Utilizzare meccanici conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE. Le forniture di materiale riciclato proveniente da impianti autorizzati deve essere accompagnata da copia del testo di cessione secondo allegato 3, come previsto dal D.M. 5/02/98.

### **Demolizioni selettive (23)**

L' Impresa appaltatrice, qualora sia espressamente richiesto dalla DL, a fronte di valutazioni tecnicamente possibili ed economicamente convenienti rispetto al contesto produttivo locale, dovrà provvedere alla demolizione di tipo selettivo dei manufatti, secondo la linea guida UNI "Riduzione dell'impatto ambientale dei rifiuti da costruzione, terminologia e linee guida", al fine di separare i materiali demoliti in frazioni omogenee che verranno sottoposte ad adeguati trattamenti che ne facilitino il re-impiego e la valorizzazione anche nell'ambito dei lavori oggetto dell'Appalto secondo le relative normative prestazionali UNI. Utilizzare meccanici conformi alle Direttiva comunitaria 72/306-97/20/CE e alla Norma Euro 1 sulla produzione di gas di scarico e a bassa emissione di rumore secondo la Direttiva comunitaria 70/157-96/20/CE. Le forniture di materiale riciclato proveniente da impianti autorizzati deve essere accompagnata da copia del testo di cessione secondo allegato 3, come previsto dal D.M. 5/02/98.

. Le caratteristiche generali che i materiali devono avere per poter essere facilmente riutilizzabili e/o riciclabili si possono così sintetizzare:

- i componenti devono essere costituiti di strati omogenei ben distinti tra loro;
- i materiali per il riuso o ciclico devono essere impiegati in breve tempo senza subire degradazione delle loro caratteristiche;
- gli assemblaggi devono essere reversibili con il minimo consumo energetico.

## **Art. 2.46 Opere e strutture di muratura**

### **Malte per murature**

L'acqua, i leganti e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli contenuti nel presente capitolato per l'esecuzione di murature, intonaci, massetti e sottofondi.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103. Gli impasti delle malte per opere murarie dovranno essere conformi alle indicazioni specificate nell'articolo dedicato a calci e cementi dal presente Capitolato e alle specifiche delle norme UNI EN 998-2.

Le malte per murature saranno senza aggiunta di derivati del clinker e dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

- |   |  |
|---|--|
| a) malta grossa                                 | -sabbia vagliata grossa 3 volumi;<br>-calce spenta naturale in pasta 1 volume; |
| b) malta comune                                 | -sabbia vagliata 2 volumi.<br>-calce spenta naturale in pasta 1 volume;        |
| c) malta fine                                   | -sabbia vagliata fine 2 volumi.<br>-calce spenta naturale in pasta 1 volume;   |
| d) malta di calce idraulica o idrata in polvere | -sabbia vagliata 1 m3;<br>-calce naturale 4 q.                                 |

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte negli articoli dedicati all'acqua e agli inerti.

I quantitativi dei materiali da impiegare per la composizione delle malte per muratura potranno essere imposte dalla direzione lavori o stabilite nell'elenco prezzi, evitando metodi approssimativi.

Per la scelta della malta di allettamento si dovrà tener conto che la resistenza della malta stessa sia correlata a quella del mattone o del blocco utilizzato. Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103. Si distinguono:

- malte idrauliche: costituite da calce idraulica naturale e sabbia a granulometria varia (rapporto calce/sabbia 1:3), confezionata con legante naturale, acqua e sabbia scevra da materie terrose, argillose, limacciose e polverulente; non devono essere aggiunte sostanze di sintesi;
- malte eminentemente idrauliche: costituite da calci eminentemente idrauliche e sabbia (rapporto calce/sabbia 1:3);
- malte pozzolaniche: costituite da calce aerea e pozzolana a granulometria varia (rapporto calce/pozzolana 1:3);
- malte cementizie: costituite da cemento Portland e sabbia (rapporto cemento/sabbia 1:3);
- malte aeree: costituite da calce grassello e sabbia fine a granulometria varia (rapporto calce/sabbia 1:2 in termini di peso), non additivata con sostanze di sintesi, acqua e sabbia priva da materie terrose, argillose, limacciose e polverulente;
- malte bastarde: costituite da calce grassello, cemento Portland e sabbia fine a granulometria varia (rapporto calce/cemento/sabbia 1:1:5);
- malte bastarde eminentemente idrauliche: costituite da calce eminentemente idraulica naturale, cemento Portland e sabbia fine a granulometria varia (rapporto calce/cemento/sabbia 1:1:5);
- malta in terra cruda per rinzafo, allettamento, intonaci a base di argilla finemente macinata, sabbia e fibre naturali (paglia, fieno), colorata con pigmenti naturali.

Dovranno essere usati solo leganti che abbiano un contenuto alcalino  $Na_2O < 1,5\%$  al fine di evitare efflorescenze. L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli sopra elencati, il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della

malta stessa. Le modalità per la determinazione della resistenza a flessione e a compressione delle malte sono stabilite dalla norma UNI EN 1015-11 "Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita". Per altre caratteristiche quali contenuto d'aria, resistenza alla penetrazione e tempi di inizio e fine presa si farà riferimento alle norme UNI 7121 "Malta normale. Determinazione del contenuto d'aria" ed UNI 7927 "Malta. Determinazione della resistenza alla penetrazione e dei tempi di inizio e fine presa".

Malte di proporzioni diverse nella composizione, rispetto a quelle sopra indicate, confezionate anche con additivi non di origine chimica e preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle sopra indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al DM n. 103/87.

#### **Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione**

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte: gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse. Il nucleo della muratura in calcestruzzo dovrà essere gettato sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connesure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connesure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani e di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

#### **Murature portanti: tipologie e caratteristiche tecniche**

Si dovrà fare riferimento alle « Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura » contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., n. 30787 del 4 gennaio 1989 e alle norme UNI in vigore; in particolare, le norme UNI EN 771.

In particolare vanno tenuti presenti le prescrizioni che seguono:

La muratura costituita da elementi resistenti artificiali avrà generalmente forma parallelepipedica, posta in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

Gli elementi resistenti possono essere di:

- laterizio normale;
- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

La muratura è costituita da elementi resistenti naturali di pietra legati tra di loro tramite malta avrà le caratteristiche di seguito elencate.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.

Le pietre devono presentarsi libere di cappellaccio e di parti alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;
- muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;
- muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipedica poste in opera in strati regolari.

#### **Murature in genere**

Le murature dovranno sempre essere isolate dalle fondazioni nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità. La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse. I blocchi che costituiscono la muratura saranno disposti a corsi regolari orizzontali e continui e corsi verticali alternati. L'edificio a uno o più piani in muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

#### **Murature in laterizio**

Muratura verticale a qualunque andamento realizzata con mattoni in laterizio che devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte negli articoli dedicati ai laterizi. Gli elementi in laterizio, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnarole e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempi tutte le commessure. La larghezza dei giunti non dovrà essere

maggiore di 15 né minore di 5 mm. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna. La muratura dovrà rispondere ai D.M. 20/11/87 e 16/01/96.

È in facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

### **Murature in mattoni crudi**

Per le murature di tamponamento (fodera interna) e per i tramezzi (interni agli alloggi, divisori tra alloggi ovvero tra alloggi ed ambienti non riscaldati o a destinazione non residenziale) potranno essere impiegati mattoni in terra cruda.

I mattoni dovranno essere posti in opera con giunti verticali ed orizzontali in malta d'argilla e sabbia di fiume in opportune proporzioni o con malta di calce. Dovranno altresì essere adeguatamente previsti incassature superiori ed idonei collegamenti.

### **Muratura in pietra naturale**

Costituita da elementi di pietra naturale di grana omogenea e compatta legati tra di loro tramite malta.

Le pietre, da ricavarsi in genere dall'abbattimento di rocce, devono: essere non friabili o sfaldabili e resistenti al gelo, senza screpolature e sfaldature nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono, altresì, contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici. Livello di radioattività naturale (Radio-226 e Torio-232) non superiore a 30 Bq/kg.

L'applicazione di pietra naturale deve rispondere a requisiti che tengono in considerazione: lo stato di umidità delle murature nel momento della posa in opera, la permeabilità al vapore, la trasmittanza termica, il coefficiente di porosità, la dilatazione termica, la gelività e la resistenza agli sforzi. E' necessario valutare l'aderenza tra le malte e i materiali pietrosi. Infatti le superfici di contatto devono legare in maniera coerente in funzione di affinità di composizione, forma delle e aderenza delle superfici. Gli elementi devono essere adeguatamente allettati, collegati tra loro e alla struttura di base.

### **Muratura con blocchi cassero in conglomerato di legno-cemento**

Muratura portante esterna ed interna realizzata con blocchi cassero in conglomerato di legno-cemento, posati a secco, sfalsati di mezzo blocco. Riempiti, in opera, successivamente con calcestruzzo ogni 5-6 corsi, con giunti ad incastro verticali ed orizzontali, ad eliminazione completa di ponti termici, con un solo incavo di collegamento per il cls.; saranno compresi gli eventuali pezzi speciali quali: mezzo blocco, blocco ad angolo, blocco con mazzetta, blocco cordolo solaio, blocco architrave, blocco pilastro. Per quanto le modalità d'impiego, dovranno obbligatoriamente essere seguite le direttive della D.L. e del produttore del materiale usato per la muratura.

Il getto in calcestruzzo deve avere una classe di consistenza (fluido e superfluido), classe di resistenza derivante da esigenze di calcolo, granulometria piccola (12-15 mm.) Per consentire un sicuro

riempimento dei blocchi eseguire vibratura con ago piccolo e pilonatura. Inserire armatura verticale e orizzontale collegata con i cordoli dei solai .

### **Murature in blocchi di calcestruzzo alleggerito (24)**

Muratura costituita da blocchi in calcestruzzo di argilla espansa vibrocompresso per murature portanti ordinarie o armate ai sensi della Legge 16/01/1996 e per murature di tamponamento. Blocchi pieni o forati, da intonacare o eseguiti "a faccia vista" e colorati con ossidi inorganici. I blocchi in calcestruzzo alleggerito saranno definiti con dati tecnici relativi a: resistenza a compressione, densità del calcestruzzo, percentuale di foratura, trasmittanza, coefficiente di conduttività termica, potere fonoisolante, resistenza al fuoco e permeabilità al vapore, dimensioni, peso unitario, peso specifico, assorbimento dell'acqua per capillarità e per immersione.

### **Murature in blocchi di calcestruzzo cellulare**

Muratura portante, tamponamento esterno, tramezzature interne, controfodere costituita da blocchi in calcestruzzo cellulare espanso "a cellula chiusa" è realizzato con materie prime naturali, esenti da emissioni nocive radioattive o gassose; per nuove costruzioni e per il recupero. Blocchi, tavole, pannelli armati ed elementi scanalati costituiti da sabbie silicee finemente macinate e impastate con acqua, cemento Portland ed una piccola quantità di calce idraulica. Il processo produttivo prevede l'aggiunta di un agente espandente naturale che reagisce con i leganti sviluppando idrogeno e conferisce resistenza e compattezza all'impasto. I blocchi vengono quindi avviati alla maturazione in autoclave ad alta pressione e alta temperatura. In seguito, il materiale assume una massa stabile e resistente alla compressione. Il calcestruzzo cellulare dovrà essere esente da emissioni nocive radioattive o gassose di vapori o gas tossici tali da arrecare danni alla salute ed all'ambiente. Le proprietà specifiche del calcestruzzo cellulare sono identificabili con schede contenenti dati tecnici, come ad esempio: caratteristiche meccaniche, misura del ritiro medio, isolamento ed inerzia termica, permeabilità al vapore, isolamento acustico, resistenza al fuoco.

#### **Muratura portante: particolari costruttivi**

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue:

##### a) Collegamenti.

I tre sistemi di elementi piani sopraddetti devono essere opportunamente collegati tra loro.

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammostamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

##### b) Cordoli.

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm, e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro.

Per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm<sup>2</sup> con diametro non inferiore a 12 mm.

In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm<sup>2</sup> a piano.

La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6 % dell'area del cordolo.

Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm.

Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore a 8 mm.

Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo.

c) Incatenamenti orizzontali interni.

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.

Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm<sup>2</sup> per ogni campo di solaio.

## Art. 2.47 Paramenti per le murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni;

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Devono essere utilizzate solo pietre naturali a grana omogenea e compatta, prive di cappellaccio e senza screpolature, venature, sfaldature o inclusioni di materiali estranei. Per murature portanti sono da evitare le pietre marnose in quanto aggredibili dall'acqua, e se utilizzate in luoghi urbani sono da evitare quelle facilmente aggredibili dall'inquinamento dell'aria e gelive come le arenarie. Per alcuni tipi di pietre, in particolare quelle di origine vulcanica, occorre controllare i livelli di radioattività e la effusività di radon.

Nel paramento con «**pietra rasa e teste scoperte**» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col 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 di paramento non dovrà essere mai minore di 20 cm e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a «**mosaico grezzo**» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a «**corsi pressoché regolari**» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento a «**corsi regolari**» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la

lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i parametri a corsi, lo sfaldamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento, dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavori finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

In quanto alle connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

#### **Art. 2.48      Costruzioni delle volte**

Le volte in genere saranno costruite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in modo che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

E data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al disarmo avessero a deformarsi od a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tale scopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 10 all'estradosso. A tal uopo l'Appaltatore per le volte di piccolo raggio, è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali, quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte, onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Le imposte degli archi, piattabande e volte, dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire bene collegate ad essi. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a 20 cm. Occorrendo impostare volte od archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani di imposta mediante i lavori che saranno necessari, e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'Appaltatore. Per le volte oblique, mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti seguendo la linea prescritta.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa murati con cemento a pronta presa per formazione di volte a botte, a crociera, a padiglione, a vela, ecc., e per volte di scale alla romana, saranno eseguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfianchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto.

Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiera o fasce della grossezza di una testa di mattoni, collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'Appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della direzione dei lavori. Le centinature saranno abbassate lentamente ed uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo di appoggio, mentre l'altra è sostenuta dall'armatura.

#### **Art. 2.49 Murature e riempimenti in pietrame a secco - vespai**

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi e fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

**Vespai**

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno sottostante tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai di pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc. Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di canali di ventilazione, paralleli, aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza e un sufficiente sbocco esterno, in modo da garantire una corretta ventilazione, indispensabile per allontanare umidità ed eventuale gas Radon.

Se il primo piano di calpestio è un solaio portante questo deve avere un intercapedine ventilata sottostante, che in caso di rischio di infiltrazione di Radon deve essere opportunamente isolata con uno strato gas-impermeabile. È sconsigliato l'uso dei casseri a perdere in materiale plastico se non espressamente indicato nel progetto o autorizzato dalla Direzione dei lavori.

La condizione di isolamento migliore delle pavimentazioni in prossimità del terreno è quella di essere poste in opera su di un solaio completamente sospeso dal suolo. Qualora non fosse possibile realizzare un intervento di risanamento con la creazione di un nuovo solaio (in sostituzione di quello esistente) distaccato dal terreno, si dovrà procedere con la realizzazione di un vespaio che potrà essere realizzato:

- a riempimento, fossa riempita con spezzoni di pietrame o grossi ciottoli di fiume (di materiale calcareo) intasati con ghiaia, pietrisco o ghiaietto per un'altezza massima di 50 cm, privi di parti polverulente o deteriorabili, di diametri 4-7 cm e con elementi di diametri inferiori a 5 mm per una percentuale massima del 10%;

- a camere d'aria, struttura con tavellonato poggiato su muretti di mattoni pieni a una testa, alti 50 cm e posti a interasse di 90 cm, con alla base un strato impermeabilizzante.

Il terreno d'appoggio dovrà essere bagnato e costipato (in modo che non si abbiano a verificare cedimenti) e modellato con pendenze tali da permettere il deflusso verso l'esterno dell'acqua infiltrata.

Il vespaio dovrà essere aerato con aperture (bocchette di ventilazione) disposte lungo le pareti perimetrali di delimitazione del vespaio stesso ovvero, a insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, con cunicoli in laterizi o tubi forati in gres.

**Vespaio aerato**

Formazione di vespaio areato compresa la soletta in c.a., mediante il posizionamento su un piano preformato, di elementi cassero a perdere in polipropilene riciclato di varia altezza con forma a cupola ribassata, con scanalature incrociate e coni centrali con vertice verso il basso. Tali cupole, mutuamente collegate, saranno atte a ricevere il getto in calcestruzzo R'CK30 e formeranno dei piastrini nei due sensi. L'intercapedine risultante sarà atta all'aerazione e/o al passaggio di tubazioni o

altro. In opera comprese le chiusure laterali per impedire l'ingresso del calcestruzzo nel vespaio e compensare, e il getto di calcestruzzo con rifinitura superiore a stadia ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro compiuto a regola d'arte: restano esclusi ferro d'armatura e la formazione del piano di appoggio.

### **Intercapedini**

Le intercapedini ventilate proteggeranno i solai e le pareti interrato dell'edificio dall'umidità e dal radon, la muratura potrà assorbire acqua soltanto dalla base – e non più lateralmente – scaricandola nell'intercapedine sottoforma di vapore portato verso l'esterno mediante canali, griglie o aperture di ventilazione. I lavori dovranno prevedere lo scavo e la rimozione della terra a contatto della parete e la successiva creazione di una nuova parete posta a una distanza di circa 60-80 cm da quella originaria. Le due pareti potranno essere collegate da un solaio calpestabile per consentire la praticabilità della zona superiore. Si dovrà garantire, in ogni caso, un'aerazione dell'intercapedine in modo tale da evitare fenomeni di umidità o condensa sulle pareti stesse. Le dimensioni dell'intercapedine dovranno comunque essere fissate in relazione al tipo e alla quantità di umidità presenti nella zona d'intervento.

### **Contropareti**

Questo tipo di intervento è applicabile in casi dove le manifestazioni di umidità hanno assunto carattere di lieve entità per cui sono ipotizzabili anche lavori contenuti su aree sufficientemente limitate. Efficace nel miglioramento delle condizioni ambientali di locali interni tramite la diminuzione dei valori di umidità relativa. La controparete dovrà essere realizzata in mattoni pieni o forati a una testa intonacati nella faccia a vista. Dovrà prevedere:

- isolamento della base;
- mancanza di comunicazione diretta dell'intercapedine con il locale da risanare;
- ventilazione diretta dall'esterno della camera d'aria attraverso aperture praticate in basso e in alto, nel caso di umidità ascendente dal terreno (dovrà essere invece ermeticamente chiusa anche verso l'esterno in caso di umidità da condensa)
- distanza di almeno 5-8 cm dalla parete deteriorata;
- inserimento di materiale isolante nell'intercapedine.

I fori di ventilazione (d 1-2 cm, interasse 150 cm), per non permettere all'acqua esterna di penetrare all'interno dell'intercapedine, dovranno essere eseguiti con pendenza verso l'esterno e, se del caso, essere protetti da un cappelletto (in metallo, pietra o laterizio) a guisa di gocciolatoio per impedire l'ingresso di pioggia o vento diretto. La quantità, la posizione dei fori, i sistemi di ventilazione, il posizionamento degli eventuali isolamenti dovranno essere sempre concordati con la Direzione dei lavori.

### **Art. 2.50 Opere da fabbro**

L'Appaltatore deve tenere presente nella formulazione della sua offerta che l'esecuzione delle opere da fabbro, sia nell'ambito di edifici, sia nelle aree esterne facenti parte dei complessi dovendo necessariamente essere subordinata ai programmi generali e particolari di esecuzione degli impianti, può risultare diversa sia per discontinuità di esecuzione della posa, sia per la concomitanza di esecuzione, nella stessa area o nello stesso edificio di lavori di competenza di altre ditte, da quella normalmente programmata e più conveniente per l'Appaltatore.

Di quanto sopra l'Appaltatore non può richiedere maggiori compensi a qualsiasi titolo per gli oneri conseguenti a maggiori difficoltà di posa, a difficoltà di approntamento dei materiali a piè d'opera, a discontinuità di effettuazione dei lavori, a particolari tipi di ponteggi e protezioni da adottarsi, ed altri, anche se non elencati nella presente descrizione.

La posa delle opere in ferro in genere deve essere eseguita con la massima precisione e secondo le migliori regole di arte.

Devono essere rispettati quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi devono essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni delle zanche e degli altri elementi di fissaggio in genere devono essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti per ciascuna opera.

Gli scassi per l'ammarraggio devono avere dimensioni adeguate, ma limitate al minimo necessario per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza compromettere l'integrità della struttura muraria.

Gli scassi ed i fori per l'ammarraggio delle zanche e degli elementi di sostegno in genere devono essere accuratamente puliti e bagnati prima di procedere alla sigillatura.

La sigillatura deve essere eseguita con l'impiego di malta di cemento, o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda delle dimensioni di fori.

**Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso.**

Tutti i manufatti devono essere solidamente assicurati, nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisori, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

Tutti i manufatti per i quali sia prevista la verniciatura in opera, devono, prima della posa, essere verniciati con una mano di antiruggine al cromato di zinco, previa preparazione completa delle superfici con eliminazione di ogni traccia di ruggine, grassi, calamità, ecc.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa deve essere applicata preventivamente anche una seconda mano di antiruggine.

Gli elementi zincati non a vista, che dovessero eventualmente subire, tagli, saldature od altri aggiustamenti che provochino la rimozione od il danneggiamento della zincatura, devono essere accuratamente ritoccati con antiruggine al cromato di zinco in corrispondenza dei punti danneggiati, previa pulitura, con rimozioni di ogni scoria o detrito, delle superfici interessate, onde evitare ogni ulteriore eventuale erosione.

Per gli elementi a vista non sono ammessi ritocchi con vernice.

I cancelli devono essere posti in opera in modo da ottenere il perfetto ed agevole funzionamento delle ante apribili e la corretta manovra di serratura ed altri congegni di blocco e di chiusura.

Deve essere curato in particolare il perfetto combaciamento di serrature, scrocci e catenacci con le corrispondenti sedi su montanti, controante, soglie, pavimentazioni.

I controtelai devono essere posti in opera in maniera da non rinchiudere per la corretta posa dei serramenti successivi aggiustamenti, scassi, demolizioni e rotture di rivestimenti, pavimenti, intonaci, ecc.

I serramenti in genere devono essere posti in opera a perfetta squadra, in modo da ottenere l'uniforme combaciamento delle battute, la perfetta manovra delle ante, l'agevole funzionamento di tutti i congegni di chiusura.

Il fissaggio al controtelaio deve avvenire con viti non a vista. Le viti devono essere zincate o cadmate.

Nell'effettuazione delle operazioni di posa deve essere evitato ogni danneggiamento, anche minimo, al serramento ed agli accessori (serrature, ferramenta, ecc.).

Per i serramenti da porsi in opera già verniciati devono essere adottate tutte le cautele necessarie per evitare ogni e qualsiasi danno allo strato di vernice.

Uguali precauzioni devono essere adottate per i manufatti in lega leggera, comunque trattati.

Coprifili e coprigiunti devono essere di tipo, dimensioni e sagomatura uniformi e devono essere fissati in posizione simmetrica in modo da delimitare contorni perfettamente regolari ed uguali fra di loro.

Pur essendo prevista l'adozione dei coprifili e coprigiunti tutte le connessioni dei serramenti fra loro, con i controtelai e con le murature devono essere realizzate con la massima precisione, riducendo al minimo indispensabile giochi e fessure.

Tutti i manufatti devono essere accuratamente ripuliti in modo da rimuovere ogni traccia di imbrattamento di qualsiasi natura.

## **Art. 2.51 Opere per sedi stradali**

### **Preparazione**

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità

uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo e del "dopes" di adesività da disperdere perfettamente.

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150-170 C e quella del legante tra 140 e 160 C, la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 C.

A discrezione della Direzione dei Lavori potranno essere controllate le composizioni granulometriche degli aggregati e del conglomerato, la quantità del filler, degli additivi, del bitume e del "dopes", le quantità e le caratteristiche del bitume e del "dopes", la temperatura degli aggregati e del bitume.

A tal fine gli essicatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

#### **Posa in opera.**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma e compattezza indicati nell'articolo relativo alla fondazione stradale in misto granulare. La stesa del conglomerato non andrà effettuata allora quando le condizioni metereologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro.

Strati eventualmente compromessi delle condizioni metereologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'Impresa.

La stessa dovrà essere effettuata mediante vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 130 C., in strati di spessore non inferiore a 5 cm, e non superiore a 10 cm.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi; in un primo tempo, quando la temperatura è ancora elevata, mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia dal bordo verso il centro e comunque dalla quota più bassa verso quella più alta; in un secondo tempo, immediatamente successivo al primo, mediante rulli compressori pesanti, ovvero con rulli gommati tutti di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall – (kg 700).

#### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi impiegate previa accettazione della D.L. speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume – aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate per quello di usura ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

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% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

#### **Posa in opera degli impasti**

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Si procederà ad una accurata pulizia della superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 od ER 60 in ragione di 0.8 kg/mq.

Prima della posa dei vari strati si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da pavimentare mediante energico lavaggio e soffiatura ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione bituminosa rispondente alle caratteristiche indicate dal CN.R. - Fascicolo n.3/1958 in ragione di 0,8 kg/mq.

Immediatamente farà seguito o stendimento di ogni strato.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo macchine spanditrici, finitrici in perfetto stato d'uso.

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

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120 C.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quanto le condizioni metereologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro.

In particolare se la temperatura dello strato di posa è inferiore a 10 C o se la superficie è umida, si dovranno adattare, previa comunicazione alla Direzione dei Lavori, degli accorgimenti che consentano ad ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quella inferiore (trasporto con autocarri coperti, uso additivo, adesivi, ecc.)

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

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

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

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni metereologiche e da altre cause, dovranno essere sostituiti a totale cura e spesa dell'Impresa e non potrà in ogni caso avere in luogo la chiamata in causa di forza maggiore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale che deve essere tale da presentare una superficie liscia finita.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni: una asta rettilinea lunga m 4 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità.

Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

Gli strati saranno compressi con rulli meccanici o gommati a rapida inversione di marcia del peso di 6-8 tonnellate.

La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro: si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rullo stativo da 12-14 tonn. o con rulli gommati del peso di 10-12 tonn.

Nei tratti ove la Direzione dei Lavori riterrà necessario eseguire la posa del conglomerato di conguaglio e risagomatura e dello strato di collegamento, questo verrà steso, nei modi sotto precisati, in modo da sagomare la carreggiata, come risulterà possibile e necessario, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Trascorso un congruo periodo di tempo, con la strada aperta al traffico, si darà luogo alla stesa dello strato di usura.

#### **Prove di materiali**

In correlazione a quanto prescritto nei precedenti articoli circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a presentarsi in ogni tempo alle prove dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a presentarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati e da impiegarsi, sottostando a tutte le spese di prelevamento e d'invio dei campioni e dei saggi stessi, al "centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) ovvero ad altri idonei laboratori designati dalla D.L., nonché al sollecito rimborso a quello Compartimento delle somme richieste per il pagamento delle note di addebito relative alle prove dei campioni.

Qualora l'Impresa non provveda a rimborso delle spese anzidette entro quindici giorni dalla data del relativo invito il compartimento non darà corso ad alcun pagamento di acconto maturatosi posteriormente al suddetto termine utile per il versamento di cui trattasi.

Dei campioni da analizzare sarà ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, munendoli di sigilli e firme nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

La fine di effettuali controlli immediati sulla esecuzione dei lavori per tutto il tempo della loro durata l'Impresa, che col presente atto dichiara di accettare tale onere, è tenuta, su richiesta della D.L. a fornire completo di operatori, un laboratorio mobile adeguatamente attrezzato per conseguire il fine suddetto.

La Direzione dei Lavori a proprio giudizio insindacabile, in caso di risultati insoddisfacenti, dei laboratori designati, od anche solo di laboratorio Compartimentale, potrà ordinare all'Impresa, che col presente atto dichiara di accettare tale onere, modifiche aggiuntive o cambio di provenienza delle forniture e delle lavorazioni che inseriscono ai campioni stessi.

L'Impresa accetta inoltre col presente atto le eventuali detrazioni provvisorie che dovessero essere apportate dal Direttore dei Lavori sui certificati d'acconto, anche sulla base dei risultati di prove dei menzionati laboratori.

La demolizione delle pavimentazioni bitumate dovrà essere effettuata con le dovute cautele atte a non danneggiare la parte di pavimentazione non interessata alle opere di canalizzazione.

Nel caso si debba eseguire il manto di usura, si dovrà tener conto, nella posa dello strato di binder, dello spessore del manto d'usura al fine di un adeguato raccordo dello stesso con la pavimentazione esistente,

I cubetti di porfido relativi alle pavimentazioni stradali saranno posti in opera su una fondazione predisposta in precedenza e con l'interposizione di uno strato di sabbia.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica sagomatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90 gradi, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che, quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per favorire l'assettamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia.

La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connesure, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo aver corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che, a lavorazione ultimata, apparissero rotti o deteriorati od eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato cosicchè i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote ed alle livellette di progetto o stabilite dalla Direzione Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata longitudinalmente sul manto.

La sigillatura dei selciati e delle pavimentazioni in cubetti di porfido, dovrà essere eseguita, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione.

Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica spazzolatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità.

Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri attrezzi adatti, il bitume caldo, avente penetrazione 30/40.

Il legante sarà poi saturato con sabbia o graniglia.

## **Art. 2.52 Opere per marciapiede ed affini**

I materiali da impiegare nelle pavimentazioni dovranno essere delle migliori qualità, accettati preventivamente dalla Direzione Lavori e rispondere alle norme di accettazione di cui al Decreto n.2234 del 16/11/1939 delle norme UNI in vigore.

Prima di procedere alla costruzione di qualsiasi genere di pavimentazione, l'Impresa dovrà sempre preparare e spianare il sedime della pavimentazione, secondo le superfici e le livellette che saranno richieste.

La superficie così preparata dovrà risultare regolare e parallela a quella della pavimentazione finita.

Gli sterri o i rinterri, occorrenti per preparare o spianare il terreno saranno pagati a parte con i relativi articoli di tariffa, ad esclusione dell'art. relativo all'elenco prezzi che ne è comprensivo.

Sul suolo, preparato con le suddette avvertenze, si formerà quindi il letto di posa delle diverse pavimentazioni, adoperando i materiali prescritti ed adottando gli spessori indicati dai rispettivi articoli, per i vari casi.

La demolizione delle pavimentazioni e delle cordone deve effettuarsi con le più attente precauzioni così da non danneggiare le parti ove non è previsto l'intervento.

Con l'articolo relativo alla demolizione delle pavimentazioni bitumate s'intendono compensate le demolizioni di marciapiedi di qualsiasi tipo e non solo quelli bitumati.

Per la pavimentazione in lastre di porfido a spacco naturale si precisa: la lavorazione s'intende eseguita ad "opus incerta"; la caldana sarà dosata a q.li 2,00/mc, la malta per la sigillatura a q.li 3,00/mc.

Per la pavimentazione in calcestruzzo si precisa: nel prezzo è compreso il vespaio di ghiaione costipato sino allo spessore di cm 20; l'eventuale maggior altezza verrà computata a parte.

Il massetto in calcestruzzo dello spessore di cm 10 sarà dosato a q.li 2,00/mc di cemento "325".

Lo spessore dello strato di malta di cemento rullato sarà di cm 3 dosata a q.li 5/mc di cemento "325".

Il taglio per la formazione dei giunti dovrà interessare oltre la metà del massetto.

Per i materiali necessari alla realizzazione delle cunette in genere si fa riferimento a quanto previsto per i calcestruzzi, e per l'esecuzione come previsto dalle singole voci.

La superficie dovrà risultare compatta senza pori, frattazzata fina ed esente da sbavature e dovranno essere rispettate le pendenze longitudinali ordinate, ed osservate tutte le disposizioni della Direzione Lavori.

Sono compresi gli oneri per il raccordo con la pavimentazione bitumata e con gli eventuali scarichi in modo che l'acqua non trovi ostacolo o segua altra via di deflusso.

La larghezza della cunetta sarà di cm 40, con spessore di cm 15, ed il bordo esterno, rivolto verso l'alto per circa cm 5, deve interessare 1/3 della larghezza.

I profili o cordone in pietre naturali od artificiali, dovranno in generale corrispondere alle forme e dimensioni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche di aspetto esterno, grana, coloritura e venatura essenziali della specie prescelta.

Prima di cominciare i lavori, l'appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei materiali e delle loro lavorazioni e sottoporli all'approvazione della Direzione Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della Direzione Lavori quale termine di confronto e di riferimento.

La Direzione Lavori ha facoltà di prescrivere entro i limiti normali consentiti, le misure dei vari elementi di ogni opera, come pure di precisare la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc. secondo i particolari disegni costruttivi che essa dovrà fornire all'appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme.

**Per tutte le opere è infine fatto l'obbligo dell'appaltatore di rilevare e controllare a propria cura e spese, la rispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione Lavori con le strutture rustiche esistenti, segnalando tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo** restando in caso contrario esso appaltatore unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.

L'appaltatore avrà pure l'obbligo di apportare alle opere stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione Lavori.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e bene cesellati, per modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere riprodotti a perfetto piano e lavorate a grana fina.

Non saranno tollerate smussature agli angoli, né cavità nelle facce, né rattoppi.

La piastra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'appaltatore sarà in obbligo di farne immediata sostituzione, sia che le scheggiature od ammacchi si verificassero al momento della posa in opera, come dopo e sino al collaudo.

La pietra artificiale sarà costituita da conglomerato cementizio, dosato con q.li 3,00 di cemento tipo "425" per ogni metro cubo di sabbia silicea e ghiaietto scelto sottile.

Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseformi, costipato poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.

### **Art. 2.53 Drenaggi, bonifiche. consolidamenti e bonifica del radon**

Le condotte in lamiera ondulata devono essere di lamiera in acciaio per profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide.

L'onda deve avere, per i diametri minori o uguali a cm 25, un'ampiezza di mm 38 ed una profondità di 6,35 mm.

La lamiera dovrà essere zincata con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato; gli organi di collegamento dovranno essere zincati a bagno.

Lo spessore della lamiera prima della zincatura sarà di mm 1,0 con la tolleranza UNI (n. UNI 2634).

Sulle condotte per drenaggio saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (+ 0,1 cm), distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 cm e dovranno interessare un quarto delle circonferenze del tubo.

I singoli tronchi di condotta, di lunghezza non superiore a 6 ml., saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni o altri elementi di giunzione.

Il montaggio dei tubi di drenaggio sarà iniziato dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo.

Le condotte dovranno essere poste in opera in modo che i fori si trovino nel quarto superiore della circonferenza.

Sia gli scavi necessari, che i reinterri e gli eventuali rinfianchi saranno compensati a parte.

Il materiale di reinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; verranno impiegati sabbia e pietrisco aridi secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Il reinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

I tubi di cemento forati saranno conformi alle indicazioni di progetto e ai tipi normali.

Sulle tubazioni per drenaggio saranno praticati dei fori del diametro di cm 2-3, che distribuiti in serie longitudinali dovranno interessare un quarto della circonferenza del tubo.

Il montaggio dei tubi di drenaggio sarà iniziato dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo.

Le condotte dovranno essere poste in opera in modo che i fori si trovino nel quarto superiore della circonferenza.

Sia gli scavi necessari, che i rinterrati e gli eventuali rinfianchi saranno compensati a parte.

Il materiale di reinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute di sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; verranno impiegati sabbia e pietrisco aridi, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Il reinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Sulle tubazioni per pozzi perdenti saranno praticati dei fori del diametro stabilito dalla Direzione Lavori, distribuiti in serie alternate e dovranno interessare tutta la circonferenza del tubo.

Sia gli scavi che i rinterrati saranno compensati a parte.

Il materiale per vespai e sottofondi drenanti dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione nel caso di rinterrati su tubazioni drenanti al fine di impedirne l'ostruzione.

Dovranno essere eseguiti in strati ben battuti e costipati onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

I gabbioni in rete metallica a doppia torsione dovranno essere costituiti da trafilato in ferro zincato a forte zincatura come prescritto dalla Circolare dei LL.PP. n.2078 del 27/08/1962, ed avere le dimensioni, sia della scatola sia delle maglie, prescritte di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Per la legatura ed i tiranti dovrà essere usato filo di ferro zincato avente le medesime caratteristiche del filo della rete formante la scatola.

I gabbioni dovranno essere posti in opera a regola d'arte cuciti con l'apposito filo di legatura lungo tutti i bordi e legati gli uni agli altri lungo tutti gli spigoli a contatto; dovranno inoltre essere rinforzati internamente con gli appositi tiranti in numero di 6 (sei) per mc di gabbionata.

Le dimensioni dei ciottoli o del pietrame da impiegarsi nella costruzione non dovranno, in media, essere inferiori a 12 cm; il peso dei singoli elementi dovrà essere compreso tra 10 e 100 kg, con una tolleranza, in volume, del 10% di pezzi più leggeri di 10 kg o più pesanti di 100 kg.

Le bocce dei gabbioni saranno chiuse accuratamente con legature di ferro zincato e plasticato dello stesso diametro di quello della rete; ogni gabbione verrà vincolato con più legature a quelli laterali e sottostanti.

Il collocamento in opera dei gabbioni avverrà disponendoli in file contigue e parallele, a contatto l'una con l'altra, in modo che le connessioni di una fila non corrispondano con quelle delle file adiacenti e delle sovrastanti.

I gabbioni dovranno essere posti in opera nei periodi di accentuata magra del corso d'acqua, eventualmente provvedendo alla preventiva parziale deviazione dello stesso.

La struttura portante dei muri in acciaio sarà costituita da lamiera opportunamente sagomata in acciaio Fe42 protette su entrambe le facce, da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura degli elementi.

Lo zinco sarà presente in quantità non inferiore a gr.300 per mq di superficie sviluppata di ciascuna faccia.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura, ammaccature, ecc.

Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, ecc. dovranno essere opportunamente zincati.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di far compiere le prove chimiche, meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare la qualità del medesimo.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà rifiutare per intero o in parte, la partita fornita, quando non riscontrasse corrispondenza alle caratteristiche previste o per difetti dei materiali.

I montanti saranno sagomati ad U con sezione di dimensioni non inferiori a cm 16x24, saranno inoltre opportunamente forati per l'alloggiamento dei bulloni necessari per il loro collegamento con gli elementi longitudinali e trasversali e poggeranno su piastra di spessore non inferiore a mm 7, a forma rettangolare avente misure non inferiori a cm 40x55.

Gli elementi longitudinali saranno sagomati a forma di S con una profondità d'onda non inferiore a cm 20 con un'altezza inferiore a cm 40.

La lunghezza di detti elementi non sarà inferiore a m 2,72; il loro spessore varierà da un minimo di mm 1,5 ad un massimo di mm 3,5.

Gli elementi trasversali saranno sagomati a forma di S con una profondità d'onda non inferiore a cm 15 e con un'altezza non inferiore a cm 49, ad eccezione dell'elemento inferiore, la cui altezza non sarà superiore a cm 38; la lunghezza di detti elementi sarà variabile da m 1,58 a m 4,27 e ciò proporzionalmente alla larghezza del muro.

Tutte le giunzioni saranno realizzate mediante bulloni zincati.

Per l'installazione del manufatto dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa un vano opportunamente profilato secondo la sagoma da ricevere.

Il riempimento del muro metallico dovrà essere eseguito con materiale granulare, permeabilità compatto.

Il costipamento del materiale dovrà essere fatto a strati di 20 cm, utilizzando pestelli meccanici o pestelli a mano nei punti dove i primi non possono impiegarsi.

I pesi delle strutture dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza del 5%.

Sia gli scavi necessari, che il materiale arido di riempimento saranno compensati a parte.

La pulizia delle pareti dissestate dovrà essere eseguita con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire sia qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori che danneggiamenti a strutture esistenti nelle adiacenze e vicinanze, e secondo le conformazioni ordinate dalla Direzione Lavori, per ottenere una scarpata e gradoni con alzate inclinate rispetto alla verticale.

L'Impresa resta responsabile per tutti i danni.

Il materiale rimosso dovrà essere guidato o trasportato in basso adottando le opportune cautele.

Per l'esecuzione degli espurghi si fa riferimento a quanto previsto nelle singole voci per l'osservanza delle disposizioni della Direzione Lavori in ordine alle modalità da eseguire.

La rete metallica, che dovrà avere caratteristiche conformi alle tabelle UNI 3598 - ED 1954, sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia mediante cambrette in filo di ferro zincato da 15 cm di lunghezza minima, affogate in cemento, in fori del tipo da mina, scavati in senso ortogonale alla falda ed allestiti alla distanza di circa ml. 1,00 l'uno dall'altro, secondo le linee di massima pendenza, e rispettivamente secondo l'altezza del rolo di rete.

L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile.

Alla sommità della scarpata la rete dovrà risultare ancorata alla roccia per tutta l'ampiezza, mediante cordolo in conglomerato di cemento a 3 q.li, gettato in opera, della sezione minima di cm 40x50, previo denudamento della roccia dalle sostanze terrose, o dai detriti di roccia sfaldata.

Sulle scarpate in roccia friabile profilata a gradoni, ove è previsto il rivestimento in rete metallica e comunque in tutti quei casi ove la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno, si provvederà all'ancoraggio della rete, mediante la costruzione di cordoli in calcestruzzo dosato a 3 q.li di cemento normale per mc d'impasto, anche in corrispondenza di ciascun gradone.

Il cordolo dovrà risultare continuo, gettato in opera previo denudamento della roccia e con una sezione media di cm 20x30.

Esso potrà essere costruito secondo le indicazioni della Direzione Lavori, sia sul ciglio di ciascun gradone, come pure al limite interno del ripiano del gradone, al piede della scarpata.

Tutti i cordoli in calcestruzzo saranno compensati a parte.

Nei ponteggi metallici è compreso il trasporto, montaggio e smontaggio, per qualsiasi altezza, compreso l'approntamento del piano di appoggio dei montanti verticali, e dei piani di lavoro secondo le norme E.N.P.I..

Sono compresi inoltre tutti gli oneri derivanti dagli spostamenti orizzontali necessari per seguire l'inclinazione delle pendici, gli ancoraggi provvisori e quanto altro occorra per dare il ponteggio a perfetta regola d'arte.

Le tubazioni oltre che per il fissaggio dei tiranti, potranno essere attuate in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedono iniezioni allo scopo di conferire, alle masse interessate di lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità, comunque secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

Le eventuali perforazioni saranno computate a parte.

L'applicazione del betoncino verrà eseguita secondo gli ordini della Direzione Lavori procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata già predisposta.

Sulle pareti, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con il betoncino applicato a spruzzo ed eventualmente anche a mano limitatamente ai punti ove necessario.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento, che non dovrà mai essere inferiore a cm 3, sarà stabilito a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

L'esecuzione dei tiranti dovrà avvenire nella più scrupolosa osservanza delle disposizioni impartite dalla Direzione Lavori in ordine alle modalità da eseguire, alla posizione e numero di tiranti.

Il muro cellulare è un muro permeabile di sostegno costruito con elementi prefabbricati disposti in schema cellulare.

Gli elementi saranno realizzati in calcestruzzo armato con incassi che permettono la composizione di volumi scatolari a pareti verticali mediante sovrapposizione alternata di elementi trasversali e di elementi longitudinali.

Detta incastellatura sarà da riempire con materiale in posto od altro ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori che avrà anche disposto l'esecuzione delle eventuali opere di sottofondazione ritenute opportune per garantire il deflusso delle acque drenate e l'inclinazione a scarpata del 10/20%.

Sarà cura dell'Impresa presentare in tempo utile alla stessa Direzione Lavori i disegni costruttivi, di precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati.

Le opere in oggetto saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità e verifiche che l'Impresa avrà provveduto ad effettuare in base agli schemi di progetto e che dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori non oltre 30 giorni dalla consegna dei

lavori. Tali calcoli e verifiche sono da affidarsi a professionista iscritto regolarmente all'Albo e di specifica competenza nel ramo richiesto.

L'esame o verifica, da parte della Direzione Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che dovessero verificarsi.

La bonifica del radon (25) comporterà l'adozione di una o più delle seguenti tecniche: a) rimozione della sorgente di Radon, b) eliminazione delle forze che conducono il gas all'interno, c) eliminazione delle vie d'accesso.

I valori di riferimento da osservare sono contenuti nel D.lgs. 26/05/2000 n. 241 Dlgs 241/2000 "Adempimenti per la esposizione al radon nei luoghi di lavoro" che ha modificato il Dlgs 230/95 e ha stabilito una soglia massima per gli ambienti di lavoro di 500 Becquerel per metro cubo. Per quanto riguarda le abitazioni, invece, non esiste una specifica norma italiana, ma solo una raccomandazione della Comunità Europea (Raccomandazione Euratom CEC 90/143) che indica i valori di 400 e 200 Becquerel per metro cubo come livelli, rispettivamente per le abitazioni già esistenti e per quelle di nuova costruzione, oltre i quali viene suggerito di intraprendere azioni di rimedio. Nel recente Supplemento Ordinario n. 252 della G.U. n. 278 del 27/11/01 è stato pubblicato l'Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le provincie autonome sul documento concernente: "Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati".

Riferimenti tecnici:

Per gli ambienti residenziali e le acque destinate ad uso potabile esistono raccomandazioni della Comunità

Europea:

Raccomandazione Euratom n. 143/90 della Commissione del 21 febbraio 1990 sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi (in Gazz. Uff. CEE, 27 marzo, L 80);

Raccomandazione Euratom n. 928/01 della Commissione del 20 dicembre 2001 sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile [notificata con il numero C(2001) 4580].

In Italia:

Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano

"Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" (in Gazz. Uff., 27 novembre 2001);

Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano "Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei" (versione definitiva approvata il 6 febbraio 2003).

## **Art. 2.54 Lavori diversi per opere stradali**

Recinzioni e opere in ferro.

Per le dimensioni e forme dei materiali da impiegare, e non indicate nelle varie voci di elenco prezzi, dovranno essere osservati gli ordini e disegni della Direzione Lavori.

Il ferro deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni con particolare attenzione alle saldature, che dovranno essere senza sbavature.

Il lievo di recinzione dovrà avvenire con la massima cura per il possibile reimpiego del materiale, e senza procurare danno a cose e terze persone.

Le barriere di protezione saranno costituite da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale, pure metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che l'altezza del loro asse risulti a cm 45 circa dal piano della pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 della faccia del sostegno lato strada.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, anche opportunamente sagomati, ed aventi le caratteristiche di resistenza successivamente indicate.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a FE360, UNI EN10025, zincato a caldo nel rispetto della normativa SS. UNI E 14.07.000.0, ed avere le seguenti caratteristiche minime :

-Nastro: spessore minimo 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 480 mm;

-Palo di sostegno deve avere profilo a C di dimensioni non inferiori a 80x120x80 mm, spessore non inferiore a 5 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per le barriere laterali;

-Distanziatore: altezza 30 cm, profondità non inferiore a 15 cm, spessore minimo 2,5 mm, salvo l'adozione in casi speciali ( autostrade) di distanziatore di tipo europeo;

-Bulloneria: a testa tonda ed alta resistenza;

-Piastrina: per il collegamento fascia-fascia, piastrina copri-asola antisfilamento di dimensioni 45x100 mm e spessore 4 mm per il collegamento fascia-palo.

Tali sostegni non dovranno, per altro, produrre schegge e frammenti in caso di incidenti.

Inoltre devono essere osservate le seguenti modalità di posa in opera:

-bordo superiore nastro ad un'altezza non inferiore a 70 cm sul piano viabile;

-interasse tra i pali non superiore a 3,60 m;

-profondità di infissione pali non inferiore a 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali;

-sovrapposizione nastro non inferiore a 32 cm

Le giunzioni saranno effettuate in modo da presentare i risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli.

Si precisa che in corrispondenza di ogni paletto dovrà esservi una giunzione, non essendo assolutamente ammesso che uno stesso tratto di fascia abbracci più paletti insieme.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Per barriere spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali per tratti stradali con curve pericolose , scarpate ripide o adiacenti a percorsi ferroviari e corsi d'acqua, si dovranno adottare anche diverse e piu' adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali, l'utilizzo di pali di maggior resistenza ecc.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I sostegni per parapetti saranno in profilato d'acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore, reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiori a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche sia delle barriere che dei parapetti, dovranno essere assoggettate alla zincatura mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di gr.300 per mq e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo procedimenti scelti dalla Direzione Lavori.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a cmq 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Il tipo di tali dispositivi sarà soggetto di particolare approvazione da parte della Direzione Lavori.

Le forniture saranno complete di gruppi terminali di chiusura (2 terminali a ventaglio più un sostegno) con una frequenza media di un gruppo ogni 50 m di barriere o parapetti.

Le barriere fornite di prove crash test rispondenti al DM 223 del 1992 e successive modificazioni del 15.10.1996 e 3.06.1998 dovranno essere costruite in conformità dei requisiti tecnici con i quali è stata eseguita la prova dal vero.

Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:

La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia corrente che in corrispondenza di un giunto fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonn..

La faccia semplicemente appoggiata con interasse degli appoggi uguale a quello normale tra i sostegni delle barriere in opera, con la faccia esposta al traffico rivolta in alto e caricata al centro a mezzo di massello di legno duro piano, avente l'altezza della fascia e la larghezza di cm 10, deve presentare le seguenti frecce sotto i carichi appresso indicati:

- freccia massima totale di cm 5 sotto il carico di kg 900;
- freccia massima totale di cm 9 per un carico di kg 1.300.

I predetti valori dovranno essere riscontrati sia per un pezzo intero della fascia sia per due pezzi di fascia aventi un giunto al centro.

La fascia dovrà essere verificata anche con la faccia esposta al traffico rivolto in basso con le modalità di cui sopra e dovrà presentare le frecce massime precedentemente indicate, ma con carichi ridotti del 50%.

Il sostegno incastrato al piede ed assoggettato ad una forza orizzontale applicata all'altezza dell'asse della fascia, dovrà presentare le seguenti frecce:

- freccia massima totale di cm 9 con una forza di kg 3.500 orizzontale normale all'asse della carreggiata;
- freccia massima totale di cm 9 con una forza di kg 2.500 orizzontale parallela all'asse della carreggiata.

Il collegamento fra la fascia e il sostegno dovrà resistere senza rompersi ad una forza di kg 2.500 applicata in qualunque direzione.

Per il distanziatore è ammessa una deformazione massima totale di cm 4 sotto un carico di kg 3.500 applicato nella direzione normale della fascia.

Deformazione e carico sono rispettivamente misurati ed applicati in corrispondenza dell'asse della fascia.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera, nonché la facoltà di sottoporre in materiali a qualsiasi prova presso i laboratori ufficiali.

Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi i requisiti fissati dal presente Capitolato.

Nulla spetterà all'appaltatore per gli oneri sostenuti al riguardo.

## **Art. 2.55 Segnaletica orizzontale su pavimentazioni stradali**

### **Generalità**

Per la realizzazione di segnaletica orizzontale su pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso, calcestruzzo, porfido, ecc l'impresa dovrà predisporre, durante l'esecuzione dei lavori lungo le strade, le segnalazioni diurne e notturne atte ad evitare ogni disturbo del traffico e rimanendo, mediante regolare assicurazione, unica e sola responsabile di qualsiasi incidente verso l'Amministrazione e verso terzi, durante l'esecuzione delle opere e di dipendenza di esse.

I lavori dovranno venire eseguiti da personale specializzato e conformi alle disposizioni del nuovo codice della strada e del relativo regolamento d'attuazione.

Il direttore dei lavori potrà impartire disposizioni sulle esecuzioni dei lavori e l'ordine di precedenza da dare ai medesimi.

Gli stessi potranno essere ordinati in più volte, a seconda delle particolari esigenze viarie, per esecuzioni anche di notte, senza che l'impresa possa pretendere prezzi diversi di quelli fissati dal presente capitolato.

### **Segnaletica orizzontale**

La segnaletica orizzontale sarà realizzata previa pulitura del manto stradale interessato ed eseguita, mediante idonee macchine tracciatrici tipo "Chiron Record", "May Granger IPIS G50", "Sioeline Gubela", ecc ed ubicata nei posti prescritti dalla D.L.

I materiali da impiegare nelle pavimentazioni dovranno essere delle migliori qualità, accettati preventivamente dalla Direzione Lavori e rispondere alle norme di accettazione UNI in vigore; in particolare, UNI EN 1463 per gli inserti catarifrangenti.

## **Art. 2.56 Illuminazione pubblica e lampione fotovoltaico**

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto, al progetto e alle norme UNI in vigore; in particolare, le UNI EN 40.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione Lavori o con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

La Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere.

Salvo preventive prescrizioni della Direzione Lavori, la Ditta appaltatrice ha la facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale.

Le linee elettriche dovranno essere conformi alle norme contenute nel DP.R. 21.06.1968 n. 1062.

Le linee sotterranee in cavo, dovranno essere poste almeno a ml. 0,70 dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con adatte opere.

Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti ed a mezzo di scatole di derivazione del tipo prescritto.

Per tutte le linee la caduta di tensione massima ammessa è del 7% della tensione di esercizio.

La linea e gli allacciamenti in cavo dovranno essere sostenuti con adatte corde metalliche secondo le istruzioni fornite dalla Direzione Lavori ed essere collegati ad esse a mezzo fascette fissacavi in numero di 7 per metro; le corde dovranno essere fissate ai sostegni ed ai muri con appositi collari o ganci come prescritti dai relativi articoli dell'elenco prezzi.

I cavetti di alimentazione dovranno essere collegati alle apparecchiature elettriche nell'interno delle armature; i collegamenti dovranno essere adeguatamente isolati.

In caso di passaggio della linea elettrica aerea a linea sotterranea, il cavo lungo la discesa dovrà essere protetto da un tubo di acciaio fino all'ingresso del cunicolo sotterraneo.

Le derivazioni saranno eseguite a mezzo di apposite scatole di derivazione, secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

Le tubature saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, su letto di sabbia di cm 5.

Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua.

Le giunzioni fra i tubi dovranno essere eseguite con la massima cura usando collari in malta di cemento se si tratta di tubi in cemento e con vite e manicotti se si tratta di tubi in ferro zincato o plastica; dovrà essere curato inoltre il collegamento dei tubi con i pozzetti mediante adatte sigillature.

I tubi in acciaio smaltato saranno posti in opera o sottotraccia, oppure esterni a tratti perfettamente rettilinei.

Le canalizzazioni esterne saranno ancorate con graffette metalliche smaltate.

Le giunzioni ed i cambiamenti di direzione saranno realizzate con pezzi speciali.

Gli scavi in terreno di qualsiasi natura e consistenza, ed esclusa la roccia da mina ed i trovanti di volume superiore ad 1/3 di mc, verranno eseguiti nelle forme e dimensioni previste dai disegni e dalla Direzione Lavori.

Gli scavi di fondazione per posa tubi di cemento o tubi di acciaio, saranno eseguiti a pareti verticali ed inclinate in conformità alle prescrizioni della Direzione Lavori, ed ove la profondità e la natura del terreno lo richiedessero, saranno debitamente sbatacchiati od armati, al fine di evitare ogni pericolo di smottamento, di materiali, e di infortuni agli operai, dei quali l'Impresa avrà piena responsabilità.

La profondità degli scavi per posa tubi sarà di norma di ml 0,80 e larghezza di ml 0,40.

Il materiale eccedente il reinterro, il cui onere è compreso nel prezzo degli scavi, sarà trasportato a rifiuto in pubblica discarica o su terreno indennizzato dall'Impresa, ed i depositi saranno ubicati e controfigurati in modo da non arrecare danni.

Tutti gli scavi saranno eseguiti in modo da pregiudicare il meno possibile la viabilità, i manufatti e le pavimentazioni esistenti.

Con i sovrapprezzi si compensano gli oneri delle demolizioni di massicciate o di pavimentazioni stradali di qualsiasi genere e del loro ripristino a regola d'arte secondo forme, qualità e quantità preesistenti di murature, volte, canalette, cunette, ecc.

Il reinterro dovrà avvenire con la massima cura costipando fortemente il terreno a strati successivi.

Le fondazioni dei sostegni dovranno avere le dimensioni adeguate ai momenti ribaltanti dei sostegni con il carico vento e neve e comunque non inferiori a quelle prescritte dalla Direzione Lavori.

Il calcestruzzo semplice od armato con acciaio Feb 22 avrà un R'ck minimo di 200 kg/cmq.

I getti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte e le superfici esterne dovranno essere perfettamente intonacate con malta di cemento tirata a rovescio di cazzuola; detta lisciatura dovrà estendersi fino a cm 20 di profondità dal livello del terreno.

I pozzetti saranno di due tipi: derivazione e sezionamento; le rispettive dimensioni interne saranno conformi al progetto; saranno provvisti di fori ai lati e sul fondo per l'entrata dei cavi; saranno in cemento vibrato dosato a q.li 3,50 di cemento tipo "325" per ogni mc d'impasto.

Verranno interrati fino alla quota del terreno esistente e rinfiancati; nel prezzo di cadauno dei pozzetti è compreso lo scavo in terreno di qualsiasi natura e consistenza, la fornitura e la posa in opera del pozzetto, il trasporto a rifiuto del materiale di scavo eccedente ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a regola d'arte.

Le funi metalliche di sostegno dei corpi illuminanti o delle linee in cavo, saranno di sezione sufficiente a resistere al peso proprio e dei corpi sostenuti ed a tutti i carichi accidentali nella peggiore delle ipotesi.

Le funi saranno agganciate ad appositi ganci di sezione adeguata fissati solidamente alle murature a mezzo di zanche e malta di cemento.

L'agganciamento avverrà a mezzo di interposizione di adatte redances; l'occhiello della fune sarà formato con l'ausilio di morsetti in acciaio.

I tondini con la fune posta in regolare tensione, devono essere posti nella posizione di inizio di testata, al fine di avere un margine per eventuali testate future dovute a piccoli cedimenti delle sospensioni.

La messa a terra dei sostegni metallici dovrà essere conforme alle vigenti norme ed in particolare delle norme contenute nel DP.R. 21.06.1968 n.1062.

Nella fornitura in opera di mensole, paline, ganci a muro è compreso l'onere della formazione dei fori nelle murature di qualsiasi tipo, la provvista e la posa in opera della malta di cemento, delle zanche in ferro per il fissaggio, con relativi bulloni e dadi, dei perni e ganci portaisolatori, degli isolatori in vetro 100x75 ENEL con capsula filettata in ottone, tutte le parti metalliche, non zincate, saranno protette da una mano di antiruggine ed una di vernice.

La valutazione sarà fatta a numero di mensole, numero di ganci a muro ed a coppie di zanche per fissaggio paline a muro e come sopra descritto.

I quadri di protezione e comando saranno realizzati con i materiali in seguito descritti montati e posti in opera a perfetta regola d'arte.

L'armadietto, in lamiera di ferro dello spessore di mm 2, sarà costruito a perfetta regola d'arte, verrà incassato a parete e sarà munito di cerniere e serrature tipo "Yale".

Sarà protetto da due mani di antiruggine e da due di vernice colorata.

La Direzione dei Lavori fornirà i disegni ed i particolari costruttivi dei quadri.

L'interruttore fotoelettrico si intende posto in opera in luogo da destinarsi e collegato alla cassetta con cavo da fornirsi dalla Ditta appaltatrice.

Le apparecchiature saranno date in opera collegate tra di loro con conduttori isolati di adeguata sezione; esse saranno poste a giorno entro la cassetta e fissate su idonee intelaiature.

Le superfici dei conduttori dovranno essere protette dai contatti con isolanti.

Nel prezzo di fornitura in opera dei quadri è compreso ogni onere; rottura di breccia di muratura di qualsiasi tipo, per formazione incasso, ripristino delle murature ed eventuali intonaci, posa in opera e fissaggio dell'armadio, montaggio e collegamenti fatti a perfetta regola d'arte in modo da dare gli stessi in opera perfettamente funzionanti.

La valutazione verrà fatta a numero dei quadri posti in opera come sopra descritto.

La fornitura e posa in opera dell'apparecchiatura elettrica di ogni corpo illuminante comprende la posa in opera della lampada, del reattore (rifasato e con condensatore separato), del portalampade, dell'eventuale pressacavo, del cavo G K/3 di collegamento al pozzetto di derivazione, dei conduttori di collegamento, dei morsetti e di ogni accessorio utile a dare l'apparecchiatura stabilmente funzionante in ogni condizione.

La valutazione sarà fatta a numero di apparecchiature elettriche poste in opera come da prezziario.

I sostegni delle lampade e delle linee aeree dovranno essere posti a perfetta regola d'arte e particolarmente sarà curato il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale e far sì che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

Ad ogni sostegno verrà praticata una piccola feritoia onde consentire il passaggio dei cavi elettrici.

La cavità interna dei sostegni, attraverso la sopraccitata feritoia ed il blocco di fondazione, sarà collegata con il pozzetto di derivazione, con un tubo in P.V.C del tipo pesante e di adeguato diametro; detto tubo verrà protetto con calcestruzzo fra le fondazioni ed il pozzetto.

I sostegni in ferro dovranno essere internamente bitumati ed esternamente protetti con una mano di antiruggine ed una di vernice del colore da stabilire dalla Direzione Lavori, oppure zincati.

Detti sostegni in ferro verranno infissi nel blocco di fondazione per una profondità di cm 80, il fissaggio verrà eseguito con impasto magro di cemento e sabbia nella parte inferiore mentre la parte superiore ed il collarino in cemento del diametro di cm 20, di altezza pure di cm 20, verrà eseguito con impasto dosato a q.li 3 di cemento tipo "325" per ogni metro cubo di sabbia e ghiaia.

Detti sostegni dovranno essere collegati all'impianto di messa a terra.

I sostegni in cemento verranno invece infissi nel blocco di fondazione per una profondità di cm 120, sigillati come i precedenti infissi in ferro, ma senza il collarino esterno.

I sostegni in cemento senza fondazione verranno infissi nel terreno per una profondità di cm 140; sarà curata la costipazione del terreno circostante onde ottenere la compattezza primitiva e se necessario aggiungendo ciottoli a maggior sicurezza della rigidità del sostegno.

La valutazione sarà fatta a numero di sostegni posti in opera con gli oneri di cui sopra.

Le forniture ed il montaggio delle armature dei corpi illuminanti di qualsiasi tipo su pali, paline, su testate o bracciali, dovrà essere fatto con la massima accuratezza in modo che le stesse risultino perfettamente verticali ed allineate; dovrà essere dato in opera finito a perfetta regola d'arte, compreso di bulloni, dadi, staffe, ecc.

I corpi illuminanti per attacco a sospensione saranno fissati alle testate con l'interposizione di una carrucola in porcellana, quelli per attacco a braccio od a colonna, a mezzo di appositi bulloni a dadi di chiusura con l'interposizione, qualora fosse necessario, di un raccordo riduttore.

La valutazione sarà fatta a numero di corpi illuminanti posti in opera come sopra descritti.

Il recupero di materiali dovrà avvenire dietro espresso ordine della Direzione Lavori.

Nel recupero dei materiali dovranno essere osservate tutte le cautele ed attenzioni necessarie e le prescrizioni della Direzione Lavori per l'eventuale reimpiego dello stesso.

#### Lampione fotovoltaico

Lampione fotovoltaico alimentato ad energia solare impiegato per illuminare zone (svincoli, strade, piazze, parcheggi, piste ciclabili, ecc.) non servite dalla rete elettrica, dotato di: lampade al sodio a bassa pressione; con moduli fotovoltaici definiti con potenze in Wp e Amperes, con celle al silicio microcristallino laminate su vetro temperato antigraffio ad alta trasparenza con garanzia di durata di 25 anni e vita stimata di oltre 30 anni; diodo di blocco integrato, regolatore di carica e controllo della scarica, centralina di controllo con microprocessore, orologio programmabile (numero di ore di funzionamento da 8 a 14) e sensore crepuscolare; funzione di controllo dello stato di carica della batteria; batterie al piombo acido della durata media di 8 anni per l'accumulo dell'energia che permette il funzionamento notturno e nei periodi di prolungato maltempo, per applicazioni solari, senza manutenzione (12 V – 110 Ah cadauna), a carica lenta e scarica ciclica; contenitore per batterie e regolatore in acciaio da montare a testa del palo realizzato per resistere a venti superiori a 150 km/h (batterie eventualmente alloggiare alla base del palo con box o interrato in pozzetto stagno), da montare sulla testa del palo e completo di struttura angolata per supporto moduli; kit di morsetti, cavi, accessori e viti per fissaggio moduli; n. 1 armatura con telaio portante in alluminio pressofuso con parte riflettente separata dalla calotta, in alluminio di elevata purezza, completa di bulbo SOX 26 W (flusso luminoso di 3600 LM) sodio bassa pressione situata a circa 6-7 metri di altezza da terra, porta bulbo, reattore per l'accensione della lampada, cablaggio elettrico con componenti a marchio IMQ; braccetto di sostegno armatura in acciaio completo di ganasce per il fissaggio al palo, con bulloni inox, orientabile in qualsiasi direzione. Sistema resistente al ghiaccio, umidità fino al 100% e temperature comprese tra i -20 °C e +60 °C. Sono da considerare caratteristiche aggiuntive la gestione a distanza del funzionamento: programmazione attivazione, monitoraggio grandezze elettriche, check-up del sistema, rilevazione di malfunzionamento e riconoscimento dei singoli apparati.

I moduli fotovoltaici devono soddisfare le specifiche IEC 1215/En 61215, di isolamento TUV classe II e marcatura CE. Il sistema deve essere fornito di libretto di istruzioni per il montaggio, schemi elettrici e dichiarazioni di conformità al marchio CE.

## **Art. 2.57 Opere a verde**

### **Prescrizioni generali**

L'impresa, prima di piantare, ha l'obbligo di accertarsi della attitudine all'impiego dell'acqua fornita e della esistenza di adeguate fonti alternative (stazioni di trattamento e depurazione, bacini di raccolta o corsi di acque naturali, ecc.) da cui, in caso di necessità come in caso di leggi restrittive nei periodi di siccità, attingere, provvedendo a trasportare l'acqua necessaria all'innaffiamento tramite autocisterne o altri messi sul luogo della sistemazione.

Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti in pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e secchi vuoti, ecc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile.

I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese.

Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti.

L'impresa è tenuta alla conservazione e alla cura (anche con interventi di dendrochirurgia) delle eventuali piante esistenti sull'area della sistemazione che, a tale scopo, le verranno consegnate con regolare verbale della Direzione dei Lavori.

Tutta la vegetazione esistente indicata per restare in loco dovrà essere protetta con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide, da urti e rotture alla corteccia, dall'eccessivo calpestio, dal traffico e dal parcheggio di autoveicoli.

L'impresa dovrà usare la massima cautela ogni volta che si troverà a lavorare nei pressi delle piante esistenti per non infliggere rotture alle radici e inutili tagli ai rami; particolare cura dovrà essere anche posta per non soffocare gli alberi a causa dell'interramento del colletto con l'ammasso di materiale da costruzione o di materiale di scavo.

Le radici di una certa dimensione e i rami che siano stati eventualmente tagliati durante i lavori dovranno essere protetti spalmando sulle parti recise mastici specifici o altri prodotti adatti approvati dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le radici che a causa dei lavori rimangono esposte all'aria devono, per impedirne l'essiccamento, essere temporaneamente ricoperte con adatto materiale (juta, stuoie, ecc.) bagnato e mantenuto tale fino al reinterro, operazione questa alla quale l'impresa è tenuta a provvedere il più presto possibile.

Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'impresa è tenuta a provvedere alla rimozione e all'accantonamento nel luogo indicato dalla Direzione dei Lavori, per poi essere riutilizzato, dello strato superficiale (circa 30 cm) del terreno fertile nelle zone interessate ai lavori stessi.

Il terreno rimosso deve essere accantonato in strati successivi in forma di cumuli alternati a strati di torba o paglia e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione.

Le analisi del terreno vegetale da apportare sul luogo della sistemazione dovranno essere effettuate, invece, su un miscuglio, rappresentativo della composizione media del terreno di prestito, di tutti i campioni prelevati da ogni parte del terreno stesso.

I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare:

- il grado di utilizzabilità del terreno in sito;
- il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare;
- il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo.

L'impresa è tenuta a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) e a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio.

Gli esiti delle prove determineranno il tipo e la percentuale di concime da applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante.

L'impresa è tenuta, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'impresa.

### **Preparazione agraria del terreno**

Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'impresa con il terreno a quota di impianto. Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla esecuzione delle piantagioni per la presenza di materiale di risulta (frammenti di mattoni, pietre, calcinacci, ecc.) abbandonato da una eventuale precedente impresa edile, i preliminari lavori di pulitura del terreno, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, saranno eseguiti in economia.

Ultimata questa operazione, l'impresa, prima di ogni altro lavoro, deve eseguire la pulizia generale del terreno eliminando (con estirpazione dell'apparato radicale) tutte le essenze infestanti o ritenute, a giudizio della Direzione dei Lavori, non conformi alle esigenze della sistemazione.

#### Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione dei Lavori, l'impresa deve eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione secondo gli elaborati di progetto. Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo, da un'aratura in profondità per uno spessore di  $80 \div 100$  cm ad una fresatura o vangatura superficiale per uno spessore minimo di  $30 \div 50$  cm. Nel corso di questa operazione l'impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli altri eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione dei Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'impresa, prima di procedere nel lavoro, deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione dei Lavori: ogni danno ai suddetti manufatti ed ogni altro nocumento, conseguente alla mancata osservazione di questa norma, dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'impresa fino a completa soddisfazione del Committente.

Correzione, emendamento e concimazione di base del terreno; impiego di torba e fitofarmaci.

Dopo averne effettuato la lavorazione, l'impresa, su istruzioni della Direzione dei Lavori, dovrà incorporare nel terreno per mezzo di lavorazioni leggere ( $30 \div 50$  cm di profondità) tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenerne la correzione (modifica del valore ph), l'emendamento (modifica della granulometria) e la concimazione di base, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.) per la cura degli attacchi di parassiti animali o fungini presenti nel suolo o sulla vegetazione. Per la concimazione di base, al fine di ottenere i migliori risultati, dovranno essere usati contemporaneamente, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, fertilizzanti minerali ed organici (naturali od industriali).

Nel caso non fosse disponibile concime organico naturale ben maturo e si fosse deciso di usare fertilizzanti organici industriali, questi, dovendo essere integrati da quelli minerali, dovranno essere impiegati in dosi (da modificare caso per caso), ridotte del 50% circa di quanto prescrive la casa produttrice. I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato dell'impresa, che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

#### Drenaggi e impianti tecnici

Successivamente alla lavorazione del terreno e prima delle operazioni di cui all'articolo precedente, l'impresa deve preparare gli scavi necessari all'installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (irrigazione, illuminazione, gas, ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione ed agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, dovranno essere installate ad una profondità minima di  $50 \div 60$  cm, adeguatamente protette con pietrisco o con altri manufatti industriali. Eseguito il collaudo degli impianti a scavo aperto, dopo aver ottenuto l'approvazione della Direzione dei Lavori, colmate le trincee e completate le operazioni di cui nell'art. b (ma prima dell'apporto di terra vegetale e del definitivo livellamento del terreno) l'impresa deve completare la distribuzione degli impianti tecnici, realizzando le eventuali canalizzazioni secondarie e le opere

accessorie. Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta la posa in opera degli irrigatori, e, a piantagione ultimata, la collocazione e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione. Ultimati gli impianti, l'Impresa è tenuta a consegnare alla Direzione dei Lavori gli elaborati tecnici di progetto aggiornati secondo le varianti effettuate, oppure, in difetto di questi, a produrre una planimetria che riporti l'esatto tracciato e la natura delle diverse linee e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

#### Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le preliminari operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa, sulla scorta degli elaborati di progetto, predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere collocate a dimora le piante individuabili come a se stanti (alberi, arbusti, piante particolari) e tracciando sul terreno il perimetro delle zone omogenee (tappezzanti, bordure arbustive, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa dovrà ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori.

A piantagione eseguita, l'impresa, nel caso siano state apportate varianti al progetto esecutivo, dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

#### Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle essenze vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza della pianta da mettere a dimora, e cioè avere larghezza e profondità almeno pari a due volte e mezzo il diametro della zolla. In ogni caso non dovranno mai essere inferiori alle seguenti misure:

- buche per alberi di medie dimensioni: cm 100x100x100;
- buche per arbusti: cm 60x60x60;
- fossi per siepi: cm 50x50 la lunghezza necessaria;
- fossi per bordure: cm 30x30 la lunghezza necessaria.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il prato circostante.

Lo scavo delle buche dovrà essere effettuato in modo da recuperare, per riutilizzarlo per il riempimento delle buche stesse, l'eventuale strato superficiale di terreno vegetale.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o, a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque piovane superficiali avvenga in modo corretto.

Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte e potranno essere realizzati in economia. I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, ecc.) preferibilmente separato dalla terra vegetale soprastante da un feltro imputrescibile "tessuto-non tessuto"; se necessario, al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso di adeguata pendenza.

#### Apporto di terra vegetale

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione in caso contrario dovrà apportare terra di coltura (terra vegetale) in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore minimo di cm 20 per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate in modo adeguato tutte le zolle e gli ammassi di terra che altrimenti potrebbero alterare la giusta compattezza e impedire il buon livellamento.

La terra vegetale rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, come terra di coltura insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione dei Lavori.

**Preparazione del terreno per i prati**

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Impresa, a complemento di quanto specificato negli articoli "Pulizia generale del terreno", dovrà eseguire, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale con granulometria fine ed uniforme. Dopo aver eseguito le operazioni indicate negli articoli "Lavorazione del suolo" ed il successivo, l'Impresa dovrà livellare e quindi rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui della rastrellatura superficiale dovranno essere allontanati dall'area del cantiere.

### **Messa a dimora delle piante**

**Messa a dimora di alberi ed arbusti**

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra vegetale riportata, al momento della messa a dimora ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione delle zolle o delle radici nude, e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali, e comunque non inferiore a 15 cm.

La messa a dimora degli alberi e degli arbusti dovrà avvenire, infatti, avendo cura che le piante, in relazione alle quote finite, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrate oltre il livello del colletto.

Al momento di essere collocati nella giusta posizione e prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi e, su indicazione della Direzione dei Lavori, anche gli arbusti di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature.

Se le piante da mettere a dimora sono state fornite a radice nuda il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente confitto verticalmente per almeno 30 cm di profondità sul fondo della buca prima di sistemare la pianta nella buca stessa.

Se le piante possiedono la zolla, per non correre il rischio di spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm di profondità e fermato alla base da un picchetto.

I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tener conto della direzione del vento predominante. Qualora, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, un solo palo di sostegno fosse ritenuto insufficiente ad assicurarne la perfetta stabilità (zone particolarmente ventose, essenze di grandi dimensioni, ecc.), le piante dovranno essere fissate per mezzo di tre o più pali equidistanti fra loro e dal tronco, posti in posizione obliqua rispetto alla pianta, fermati al piede da picchetti e legati insieme estremità superiore (sistema a capra), oppure per mezzo di altre analoghe strutture indeformabili.

Nell'uso di questi sistemi complessi può essere necessario, se indicato dalla Direzione dei Lavori, inserire, fra il piede del palo e il terreno, una tavoletta che ripartisca meglio al suolo il peso della pianta ed eviti l'affondamento del palo stesso.

Su autorizzazione della Direzione dei Lavori queste strutture lignee possono essere sostituite con ancoraggi composti da almeno tre tiranti in corda di acciaio con relativo tendifilo legati da una parte al tronco della pianta opportunamente protetto con parti in gomma, e dall'altra a picchetti saldamente confitti nel terreno o ad altri sostegni di provata solidità (rocce, muri, ecc.).

L'impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra vegetale fine, costipandola con cura in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità e su indicazione della Direzione dei Lavori, con terra vegetale semplice oppure con una miscela di terra vegetale e torba.

Nel caso la Direzione dei Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, ma non a contatto con queste.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne l'innaffiamento, un solco o un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua.

E buona regola, non appena la buca è riempita, procedere ad un abbondante primo innaffiamento in modo da favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale attorno alle radici e alla zolla.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da offrire l'aspetto che consenta di ottenere il migliore risultato estetico in relazione agli scopi della sistemazione; nel caso fosse richiesta simmetria, le piante dovranno essere accoppiate con cura secondo il concetto suesposto.

#### Alberi ed arbusti a foglia caduca

Gli alberi ed arbusti a foglia caduca, a seconda delle diverse specie vegetali e delle tecniche di coltura, possono essere fornite anche a radice nuda, sebbene da qualche tempo si tenda a fornire questo materiale con la zolla o in contenitore per agevolare l'impianto e per avere maggiori probabilità di attecchimento.

Le piante a foglia caduca fornite con zolla o in contenitore potranno essere, infatti, messe a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, mentre quelle a radice nuda dovranno essere piantate esclusivamente durante il periodo di riposo naturale (dal mese di ottobre a quello di marzo circa), evitando i mesi nei quali vi siano pericoli di gelate o nevicate o il terreno sia ghiacciato.

Nel mettere a dimora le piante con zolla è necessario fare molta attenzione affinché questa non si rompa. Per evitare questo inconveniente le piante dovranno essere calate nelle buche con le zolle ancora imballate oppure con cautela, immediatamente dopo averle estratte dal contenitore.

L'imballo della zolla, se costituito da materiale deperibile (paglia, canapa, juta, ecc.), dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso.

Qualora la zolla fosse troppo asciutta e indispensabile che questa sia immersa per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o con il contenitore) al fine di facilitare l'assorbimento dei successivi innaffiamenti. Prima di mettere in opera le piante a radici nude, invece, è necessario che l'apparato radicale venga spuntato estremità delle radici sane, privato di quelle rotte o danneggiate e successivamente indaffarato con un impasto di argilla e concime.

Tutte le piante messe a dimora dovranno essere potate, rispettandone il portamento naturale e le caratteristiche specifiche, soltanto a piantagione e a palificazione avvenuta e sotto la supervisione della Direzione dei Lavori.

I tagli delle potature per l'alleggerimento e la formatura della chioma e per l'eliminazione dei polloni e dei rami secchi, spezzati o malformati, devono essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti. Se i tagli sono più larghi di 1,5 cm, devono essere immediatamente protetti con un mastice apposito per dendrochirurgia.

Nel caso fosse necessario, per agevolare il trapianto, l'impresa, su indicazione della Direzione dei Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitranspiranti usando attrezzature di potenza adeguata alle dimensioni delle piante da trattare.

#### Alberi ed arbusti sempreverdi

Gli alberi e gli arbusti sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore ed essere messi a dimora preferibilmente nei mesi di aprile ed ottobre.

Le procedure da seguire per la piantagione di queste piante sono analoghe a quelle riportate all'inizio dell'articolo relativo alla messa a dimora.

Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione dei Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati, secondo quanto specificato al punto alberi ed arbusti a foglia caduca.

Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessità, e possibile anche per queste piante fare ricorso all'uso di antitranspiranti.

#### Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

La messa a dimora di queste piante, normalmente fornite tutte in contenitore, è identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche, preparate al momento, più grandi di circa cm 15 del diametro dei contenitori delle singole piante.

Se le piante sono state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi devono essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante possono essere messe a dimora con tutto il vaso.

In ogni caso le buche devono essere poi colmate con terra vegetale mista a concime, ben pressata, intorno alle piante.

L'impresa è tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

#### Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri

A causa delle specifiche esigenze di questo tipo di piante l'Impresa seguirà, per la loro messa a dimora, tutte le indicazioni riportate sugli elaborati di progetto e le specificazioni fornite dalla Direzione dei Lavori, e sarà responsabile della corretta sistemazione delle piante in merito alle condizioni di umidità o alla appropriata profondità di acqua di cui le diverse specie utilizzate (in particolar modo quelle acquatiche) necessitano.

#### Formazione dei prati

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree ed arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione delle eventuali opere murarie e delle attrezzature di arredo.

Tutte le aree da seminare o piantare a prato non dovranno essere sistemate fino a che non sia stato installato e reso operante un adeguato sistema di irrigazione, oppure siano stati approntati materiali e metodi per l'innaffiamento manuale.

#### Semina dei tappeti erbosi

Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazioni della Direzione dei Lavori, seminata, erpicata meccanicamente o trattata a mano per una profondità di 3 ÷ 5 cm e, dopo il secondo sfalcio, ulteriormente concimata in superficie con fertilizzanti azotati.

Il miscuglio dei semi deve essere adatto alla zona, alla esposizione e al terreno, deve essere stato composto secondo le percentuali precisate in progetto ed essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno 5 cm.

Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori.

Al collaudo i tappeti erbosi dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, esenti da erbe infestanti, malattie, radure ed avvallamenti dovuti ad assestamento del terreno o ad altre cause.

Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose in rotolo o in zolle per la formazione dei prati a "pronto effetto" devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in modo che siano ben ravvicinate. Per favorirne l'attecchimento, ultimata questa operazione, le zolle devono essere cosparse con uno strato di terriccio (composto con terra vegetale, sabbia, torba e concime), compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente innaffiate. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose devono essere anche fissate al suolo per mezzo di picchetti di legno, e inoltre buona norma costipare i vuoti fra le zolle con terriccio.

Le zolle di essenze prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della "propagazione" devono essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori. Le cure colturali sono analoghe a quelle precedentemente riportate.

Inerbimento delle scarpate e dei terreni in pendio

Per evitare frane e fenomeni erosivi causati dalla pioggia, le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza dovranno essere seminati con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifito; il miscuglio di sementi da usare deve essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori si riserva anche di indicare, in relazione alla pendenza, alla natura e alla esposizione del terreno, quale dei vari metodi seguire per il trattamento dei diversi tratti da sistemare:

- semina normale;
- semina con impiego di collanti;
- semina protetta da pellicole di emulsioni bituminose o plastiche;
- semina protetta da pacciamatura cosparsa a mano o a macchina.

Protezione delle piante messe a dimora.

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di uomini o automezzi, l'Impresa dovrà proteggere le piante messe a dimora con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Su indicazione della Direzione dei Lavori, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno, in caso di necessità, essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di uno strato di circa 10 cm di spessore di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, ecc.) od altro analogo materiale purché precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.

### **Manutenzione delle piantagioni**

Manutenzione per il periodo di garanzia.

La manutenzione che l'impresa è tenuta ad effettuare durante il periodo di garanzia fino al collaudo deve essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprende le seguenti operazioni:

gli innaffiamenti;

diserbo e le falciature;

– le concimazioni;

– le potature;

– l'eliminazione e la sostituzione delle piante morte;

– la risemina delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi;

– la difesa dalla vegetazione infestante;

– il controllo e la sistemazione dei danni causati da erosione;

– il ripristino della verticalità delle piante;

– il controllo, la risistemazione e la riparazione dei pali di sostegno, degli ancoraggi e delle legature;

– il controllo dagli attacchi di insetti e parassiti e dalle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere deve avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e deve continuare fino al collaudo.

Ogni nuova piantagione dovrà essere mantenuta con particolare cura fino a quando non sarà manifestamente evidente che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), abbiano ben attecchito e siano in buon sviluppo.

L'impresa è tenuta ad innaffiare tutti gli alberi, gli arbusti, i tappezzanti, i tappeti erbosi ed ogni altra pianta messa a dimora, per tutto il periodo di garanzia concordato, bagnando le aree interessate in modo tale da garantire un ottimo sviluppo delle piante stesse.

Le innaffiature dovranno in ogni caso essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'impresa e successivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l'Impresa dovrà controllare che queste funzioni regolarmente: l'impianto di irrigazione non esonera però l'Impresa dalle sue responsabilità in merito all'innaffiamento, la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali.

Se la stagione estiva è particolarmente asciutta, ogni tre settimane circa dovrà essere eseguita, se necessario, una innaffiatura supplementare; allo scopo l'Impresa avrà provveduto a formare attorno ad ogni albero e ad ogni arbusto di rilevanti dimensioni una "tazza" o "conca" per la ritenzione dell'acqua di irrigazione.

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle essenze prative e fino al collaudo, alle varie falciature del tappeto erboso. Le falciature dovranno essere tempestive ed essere eseguite quando le essenze prative raggiungono un'altezza di 10 cm circa, regolando il taglio, a seconda della specie e della stagione, a 3 ÷ 5 cm da terra.

L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa e depositata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, nei luoghi di raccolta del materiale vegetale di risulta. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche per genere, specie e varietà a quelle fornite in origine: la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento. Analogamente, epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Impresa dovrà riseminare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle essenze prative oppure sia stata, dopo tre sfalci dalla semina iniziale, giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione dei Lavori.

**Trattamento delle acque meteoriche**

Qui si riassumono le varie tecniche esistenti per il trattamento delle acque meteoriche.

Riferimenti tecnici: Norme EN 12566; Norme DIN 4261; Norme ATV 122, A131, A256 e M210 di riferimento specifico per gli impianti biologici; Norme DIN 4040 e Norme prEN 1825 per degrassatori.

- Fasce filtro: Ampie sezioni di terreno densamente vegetate predisposte attorno a fiumi o aree di invaso per intercettare le acque di pioggia, in modo da laminare le portate provenienti dalle aree urbanizzate adiacenti attraverso superfici alberate o anche solamente inerbite. La riduzione della velocità del flusso risultante dal passaggio attraverso una superficie densamente vegetata determina la rimozione delle sostanze inquinanti particolate per mezzo della sedimentazione, favorendo anche l'infiltrazione nel suolo. Hanno principalmente una funzione di miglioramento della qualità delle acque e non hanno alcun effetto sulla riduzione dei picchi di piena, anche se possono contribuire alla riduzione dei volumi delle acque di pioggia ed alla ricarica delle falde. I migliori risultati in termini di qualità delle acque e di inserimento ambientale si ottengono con l'utilizzo di vegetazione autoctona.

- Aree tampone: le aree tampone sono delle barriere naturali o artificiali ricoperte da vegetazione perenne gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti sulla qualità delle acque in aree adiacenti. Pur non contribuendo a una adeguata ritenzione in grado di ridurre i picchi di portata, provocano una riduzione delle velocità di scorrimento delle acque contribuendo alla rimozione di particolato inquinante attraverso la sedimentazione, favorendo contemporaneamente l'infiltrazione nel terreno e contenendo i fenomeni di erosione.

- Canali ineriti: i canali inerbiti sono depressioni superficiali poco profonde interessate da una densa crescita di erba o piante resistenti all'erosione usati principalmente in strade ad alto traffico veicolare per far defluire in maniera regolare le acque di pioggia.

- Filtri: i filtri sono strutture che usano una matrice drenante come sabbia, ghiaia o torba in grado di rimuovere una quota dei composti inquinanti presenti nelle acque di prima pioggia; trovano il loro utilizzo per acque provenienti da piccole superfici, quali parcheggi o piccole aree urbanizzate, o in aree industriali, e comunque laddove non è possibile l'utilizzo di sistemi estensivi. Il grosso problema è rappresentato dagli intasamenti precoci, per cui si tende normalmente a dotare il filtro di un apparato di sedimentazione in testa, in grado di rimuovere i solidi più grossolani prima della filtrazione. Ci sono poi tutta una serie di sistemi che sfruttano la penetrazione dell'acqua nel suolo riducendo le portate che vengono scaricate nei corpi idrici e provvedendo alla ricarica delle falde sotterranee. Particolare attenzione deve comunque essere posta al rischio di inquinamento delle falde se le acque da smaltire provengono da aree commerciali o industriali potenzialmente cariche di sostanze inquinanti. Messa a dimora di alberi ed arbusti.

- Fasce filtro: ampie sezioni di terreno densamente vegetate predisposte attorno a fiumi o aree di invaso per intercettare le acque di pioggia, in modo da laminare le portate provenienti dalle aree urbanizzate adiacenti attraverso superfici alberate o anche solamente inerbite. La riduzione della velocità del flusso risultante dal passaggio attraverso una superficie densamente vegetata determina la rimozione delle sostanze inquinanti particolate per mezzo della sedimentazione, favorendo anche l'infiltrazione nel suolo. Hanno principalmente una funzione di miglioramento della qualità delle acque e non hanno alcun effetto sulla riduzione dei picchi di piena, anche se possono contribuire alla riduzione dei volumi delle acque di pioggia ed alla ricarica delle falde. I migliori risultati in termini di qualità delle acque e di inserimento ambientale si ottengono con l'utilizzo di vegetazione autoctona.

- Aree tampone: le aree tampone sono delle barriere naturali o artificiali ricoperte da vegetazione perenne e gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti sulla qualità delle acque in aree adiacenti. Pur non contribuendo a una adeguata ritenzione in grado di ridurre i picchi di portata, provocano una riduzione delle velocità di scorrimento delle acque contribuendo alla rimozione

di particolato inquinante attraverso la sedimentazione, favorendo contemporaneamente l'infiltrazione nel terreno e contenendo i fenomeni di erosione.

- Canali ineriti: i canali ineriti sono depressioni superficiali poco profonde interessate da una densa crescita di erba o piante resistenti all'erosione usati principalmente in strade ad alto traffico veicolare per far defluire in maniera regolare le acque di pioggia.

- Filtri: i filtri sono strutture che usano una matrice drenante come sabbia, ghiaia o torba in grado di rimuovere una quota dei composti inquinanti presenti nelle acque di prima pioggia; trovano il loro utilizzo per acque provenienti da piccole superfici, quali parcheggi o piccole aree urbanizzate, o in aree industriali, e comunque laddove non è possibile l'utilizzo di sistemi estensivi. Il grosso problema è rappresentato dagli intasamenti precoci, per cui si tende normalmente a dotare il filtro di un apparato di sedimentazione in testa, in grado di rimuovere i solidi più grossolani prima della filtrazione. Ci sono poi tutta una serie di sistemi che sfruttano la penetrazione dell'acqua nel suolo riducendo le portate che vengono scaricate nei corpi idrici e provvedendo alla ricarica delle falde sotterranee. Particolare attenzione deve comunque essere posta al rischio di inquinamento delle falde se le acque da smaltire provengono da aree commerciali o industriali potenzialmente cariche di sostanze inquinanti.

- Bacini di infiltrazione: realizzati nelle vicinanze dell'area impermeabile su cui si formano i deflussi, sono progettati per raccogliere un certo volume di acque di pioggia per infiltrarlo poi nella falda nell'arco di alcuni giorni; possono essere ricoperti di vegetazione: le piante infatti aiutano il sistema a trattenere gli inquinanti, mentre le radici sostengono la permeabilità del terreno. Normalmente si prevede uno svuotamento completo nell'arco di 72 ore per prevenire lo sviluppo di zanzare e odori molesti e per preparare nel contempo il bacino ad accogliere un nuovo evento meteorico.

- Sistemi di fitodepurazione: sono particolarmente indicati quando è richiesto un trattamento spinto delle

acque di prima pioggia con l'obiettivo di:

ottenere acqua di buonissima qualità (ad esempio per il riutilizzo di acque meteoriche o per l'immissione

in corpi idrici particolarmente sensibili, vedi scheda 3.1);

eliminare agenti inquinanti persistenti, come idrocarburi, policiclici aromatici, ecc potenzialmente presenti

nelle acque di prima pioggia provenienti da superfici quali strade ad elevato traffico veicolare, piste di aeroporti, aree industriali. Le applicazioni della fitodepurazione per il trattamento delle acque di prima pioggia, derivanti dal dilavamento di superfici impermeabilizzate (aree urbane, piazzali di zone industriali, autostrade, aeroporti etc), sono ormai numerose su scala internazionale e spesso indicate come "Best Management Practices" nella riduzione dell'inquinamento diffuso. Per il trattamento e l'accumulo delle acque di pioggia possono essere utilizzati sistemi a flusso superficiale, che riproducono in molti aspetti una vera e propria zona umida e sono in genere costituiti da una zona di ingresso più profonda di calma e sedimentazione del materiale solidi in sospensione e zone in cui vengono inserite varie essenze vegetali acquatiche in modo da ottenere un ambiente ad elevata biodiversità, capace di rimuovere secondo i meccanismi biologici e chimico-fisici propri delle aree umide naturali, gli inquinanti presenti; sistemi di tal tipo inoltre offrono la possibilità di riqualificazione ambientale di aree degradate o compromesse: l'evoluzione naturale della zona umida porta all'instaurarsi di un vero e proprio ecosistema e a nuove dinamiche delle popolazioni faunistiche con la comparsa di specie che un tempo erano indigene e che, successivamente, sono scomparse, poiché sono venute a mancare gli habitat adatti; un tipico esempio è quello della comparsa di uccelli acquatici e di specie anfibe. In aree urbane invece possono essere utilizzati con successo sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso (verticale e orizzontale), con i quali si raggiunge un elevato grado di filtrazione e di rimozione degli inquinanti utilizzando spazi più ristretti rispetto ai sistemi a flusso libero.

- Sistemi a flusso libero per il trattamento delle acque meteoriche: la quantità e la qualità degli agenti inquinanti che si depositano su strade ad elevato traffico veicolare dipendono da molti fattori, come ad esempio la tipologia della superficie del manto di copertura, la densità del traffico, la manutenzione, le condizioni meteorologiche locali, l'uso prevalente del suolo nelle aree limitrofe. Inoltre, la quantità delle acque di dilavamento e la conseguente concentrazione degli inquinanti risultano estremamente variabili data la loro dipendenza da volume, frequenza, intensità e tipologia delle precipitazioni e dagli effetti legati ai fenomeni che accadono nei primi minuti di pioggia. Le zone umide applicate per il trattamento di questa particolare tipologia di acque meteoriche sono normalmente costituite da sistemi seminaturali a flusso libero superficiale, e più raramente a flusso subsuperficiale orizzontale, con elevati tempi di ritenzione in virtù di una alimentazione discontinua legata all'accadimento di eventi di pioggia. Le superfici variano dallo 0.5 al 5% della superficie totale impermeabilizzata di raccolta nel bacino scolante.

- Pavimentazioni filtranti: sostituiscono i tradizionali lastricati di marciapiedi o zone pedonali l'intenzione di ridurre la diffusione di porzioni impermeabili e conseguentemente di minimizzare il deflusso superficiale. Lo strato superficiale della pavimentazione è infatti realizzato utilizzando elementi prefabbricati di forma alveolare, in materiale plastico riciclato o manufatti in calcestruzzo vibrocompressi. La soluzione dei prati armati o superfici in ghiaia è la migliore dal punto di vista ambientale, non modificando le caratteristiche di permeabilità del suolo. Si utilizzano in posteggi d'auto, vialetti di accesso, rimessaggi e terreni in pendenza. L'intervento consiste nel coprire la superficie naturale del terreno con una pavimentazione modulare robusta, in cui la cotica erbosa, rimanendo alcuni millimetri al disotto del limite superiore delle pareti della pavimentazione, viene protetta da qualsiasi tipo di schiacciamento o sollecitazione. Qualora le condizioni idrogeologiche non permettano un adeguato smaltimento delle acque, si può prevedere degli strati di materiale drenante al di sotto la superficie con lo scopo di immagazzinare parte delle acque e permettere una infiltrazione lenta.

- Canali filtranti: normalmente adottati nell'ambito di aree urbanizzate, sono delle trincee in grado di contenere temporaneamente le acque di pioggia, che poi in parte infiltrano nel sottosuolo (a seconda della permeabilità del terreno) e in parte vengono convogliate verso l'uscita e fatte affluire in un altro sistema di ritenzione o trattamento, oppure in fognatura per evitare il rischio di un allagamento superficiale.

## **Art. 2.58 Opere di strutture di calcestruzzo**

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato 1 del D.M. 9 gennaio 1996 nonché della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e ogni altra disposizione in materia.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il cemento dovrà essere prodotto con materie prime naturali, deve essere puro e non additivato in fase di produzione con materie seconde provenienti da scarti di lavorazioni industriali, o in fase di confezionamento con prodotti chimici di sintesi e senza aggiunta di loppa basica d'alto forno o ceneri volanti. E' preferibile l' utilizzo del cemento solo per i suoi usi più propri e necessari come "costruzioni con struttura intelaiata in calcestruzzo armato", getti per pareti portanti, malte d'allettamento ove è richiesta resistenza a compressione specifica. Occorre controllare i livelli di radioattività che non devono superare quelli ammissibili per legge. Questi requisiti si trovano più facilmente nel cemento bianco che è quindi da preferire. Tutti i cementi dovranno essere certificati dal produttore e conformi alla norma UNI EN 197-1.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

Il materiale dovrà essere realizzato senza additivi, fluidificanti, ritardanti, antigelo, acceleranti di cui non sia documentata l'innocuità e l'origine naturale.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività. Gli additivi saranno conformi alle norme UNI EN 934.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. 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 potranno essere utilizzati nella giornata del loro confezionamento.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Per i controlli sul conglomerato cementizio ci si atterrà a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari (vedere paragrafi 4, 5 e 6 dell'allegato 2).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 3 del succitato allegato 2.

Nelle esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 108G/71 e nelle relative norme tecniche del D.M. 9 gennaio 1996 nonché della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei cariche e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e ogni altra disposizione in materia.

In particolare:

Per le casseforme in genere per conglomerati cementizi l'Impresa può adottare il sistema che ritiene più idoneo o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e sicurezza, compreso il disarmo e la perfetta riuscita dei particolari costruttivi. Per la realizzazione di strutture in c.a. si cercherà sempre di utilizzare casseri riutilizzabili. Le sostanze usate per la protezione delle armature e il disarmo dovranno essere certificate come atossiche, biodegradabili e non inquinanti.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature, l'Impresa è tenuta a prevedere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura, l'abbassamento possa venire simultaneamente fatto.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature e delle centinature l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

Si intende che le centinature per gli archi attraversanti fossi, alvei, ecc. soggetti a piene dovranno essere eseguite a sbalzo.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra, In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
- per evitare di creare maglie chiuse metalliche nella sovrapposizione di armature orizzontali o verticali sarebbe opportuno utilizzare distanziatori in cemento o legno, secondo le modalità stabilite dalla D.L..

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3 del D.M. 9 gennaio 1996. Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo,

La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo

rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferri maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti). Affinché sia rispettato il copriferro si dovrà impiegare opportuni distanziatori.

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto. Le armature dovranno essere ad aderenza migliorata ad alta resistenza, onde ridurre al minimo il quantitativo di acciaio contenuto nelle strutture.

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute nelle attuali norme tecniche del D.M. 9 gennaio 1996. In particolare:

Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due lati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Per le operazioni di tiro, ci si atterrà a quanto previsto al punto 6.2.4.1 del succitato D.M.

L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 nonché della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei cariche e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e nelle relative norme tecniche vigenti.

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera, appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo.

L'esame e verifica da parte della direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

L'appaltatore è tenuto a comunicare alla D.L., almeno 24 ore prima, l'inizio dell'esecuzione dei getti di ogni singola struttura per consentire la verifica in cantiere del rispetto dei disegni strutturali.

## **Art. 2.59 Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso**

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104 nonché della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei cariche e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e ogni altra disposizione in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie «dichiarata» o in serie «controllata».

. Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Per « unioni » si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per « giunti » si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità della unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a  $(8 + l/300)$  cm, essendo « l » la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

Il montaggio verrà eseguito nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

#### **Accettazione**

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

## **Art. 2.60 Solai**

### **Generalità**

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali prelativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti ai punti 5.1 e 5.2 del D.M. 16 gennaio 1996 « Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi » nel rispetto della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) -

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e ogni altra disposizione in materia.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla direzione dei lavori.

### **Solai su travi e travetti di legno**

Le travi principali e l'orditura di legno devono avere le dimensioni e le distanze indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.

Legno certificato dal produttore come proveniente da taglio selettivo e da forestazioni programmate di essenze non in via di estinzione, stagionato in maniera naturale ed essiccato in autoclave ad aria compressa oppure mediante microonde, squadrato a quattro fili, di qualunque lunghezza e sezione, con trattamento preventivo a impregnazione a base di sali di boro e non con essenze impregnanti di sintesi petrolchimica. Legno trattato con sostanze ignifughe ed antitarlo ecocompatibili, in particolare nelle testate. Isolamento della testa della trave con strato traspirante in fibra naturale e alloggiamento delle estremità delle travi nelle murature d'ambito realizzato mediante vani di dimensioni sufficienti per lasciare una necessaria intercapedine d'aria, soprattutto posteriormente alla testata. Ammorsamento alla muratura portante o al cordolo mediante staffe e piastre in acciaio zincato fissate con adeguati connettori e malta specifica per il fissaggio delle barre. L'assito sovrastante deve essere realizzato con tavole dello spessore di almeno 2,5-3 cm intestate e fissate alla sottostante travatura con chiodi.

L'irrigidimento del piano del solaio potrà essere realizzato tramite un secondo tavolato ortogonale al sottostante ed inchiodato o avvitato ad esso unito a filo piano ed a perfetto contatto. Compresa ogni lavorazione, la chioderia occorrente e quanto altro necessario

Qualora il legno fosse eccessivamente umido, perché fresco o bagnato di acqua meteorica, dovrà essere fatto opportunamente essiccare. Anche gli strati di allettamento (sabbia o altro) dovranno essere ben asciutti. La ventilazione delle travi deve essere assicurata su tutta la loro superficie. Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.

I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

### **Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti**

Questi solai saranno composti dalle travi, dai copriferri, dalle voltine di mattoni (pieni o forati) o dai tavelloni o dalle volterrane ed infine dal riempimento.

Le travi saranno delle dimensioni previste nel progetto o collocate alla distanza prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 m. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere protette con trattamento anticorrosivo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle travi alternativamente (e cioè uno con le chiavi e la successiva senza), ed i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 m.

Le voltine di mattoni pieni o forati saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.

Quando la freccia è superiore ai 5 cm dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe di ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi ricoperti sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice o altri inerti leggeri impastati con malta magra fino ad intasamento completo.

Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente uno strato di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dall'intonaco stesso. Gli elementi in laterizio devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nell'articolo dedicato ai laterizi.

I profilati in acciaio, ove sia possibile, debbono essere orientati secondo la direzione Nord-Sud per ridurre il più possibile la deformazione del campo elettromagnetico naturale, oppure in alternativa dovrà essere utilizzato acciaio inossidabile

austenitico paramagnetico AISI 304, sfrido, sovrapposizione, armatura integrativa in barre di acciaio austenitico ad aderenza migliorata AISI 304, come da calcoli strutturali.

Le parti metalliche potranno essere collegate a terra mediante treccia in rame collegata al palo dispersore.

### **Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione**

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 « Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche».

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai con getto pieno valgono integralmente le prescrizioni del precedente articolo "Strutture prefabbricati di calcestruzzo armato e precompresso". I solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

I travetti, ove sia possibile, debbono essere orientati secondo la direzione Nord-Sud per ridurre il più possibile la deformazione del campo elettromagnetico naturale, oppure in alternativa dovrà essere utilizzato acciaio inossidabile austenitico paramagnetico AISI 304, sfrido, sovrapposizione, armatura integrativa in barre di acciaio austenitico ad aderenza migliorata AISI 304, come da calcoli strutturali.

Le parti metalliche potranno essere collegate a terra mediante treccia in rame collegata al palo dispersore.

La caldaia sarà realizzata in conglomerato cementizio avente i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nel rispettivo articolo.

Dovrà essere evitato l'uso di materiali di alleggerimento di sintesi petrolchimica o che comunque possano emettere sostanze nocive nei confronti dell'uomo e dell'ambiente in qualsiasi condizione (produzione, messa in opera, esercizio, demolizione, incendio). In tali condizioni i materiali non devono produrre sostanze - anche gassose - tossiche, quale l'acido cianidrico. In presenza di salsedine marina o in ambiente aggressivo il solaio deve essere protetto mediante intonaco o simile ed armato comunque con acciaio inossidabile austenitico paramagnetico.

Gli elementi in laterizio devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nell'articolo dedicato ai laterizi.

### **Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio**

I solai misti di cemento armato normale o precompresso e blocchi forati di laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- 1) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- 2) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che, nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi, il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

Caratteristiche dei blocchi.

1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi.

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiori di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a 0,670,625 h, ove h è l'altezza del blocco in metri,

2) Caratteristiche fisico-meccaniche;

La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle colonnate deve risultare non minore di:

- 30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;

- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria b2).

e di:

- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;

- 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria b1).

La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di :

- 10 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo b2);

e di:

- 7 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo b1).

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

I blocchi devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nell'articolo dedicato ai laterizi.

Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm. Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere ad 1/30.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

Spessore minimo della soletta

Nei solai del tipo b1) lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai del tipo b2), può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- possedere spessore non minore di 1/15 dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50 % della superficie lorda.

I travetti, ove sia possibile, debbono essere orientati secondo la direzione Nord-Sud per ridurre il più possibile la deformazione del campo elettromagnetico naturale, oppure in alternativa dovrà essere utilizzato acciaio inossidabile austenitico paramagnetico AISI 304, sfrido, sovrapposizione, armatura integrativa in barre di acciaio austenitico ad aderenza migliorata AISI 304, come da calcoli strutturali.

Le parti metalliche potranno essere collegate a terra mediante treccia in rame collegata al palo dispersore.

La caldana sarà realizzata in conglomerato cementizio avente i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nel rispettivo articolo.

Dovrà essere evitato l'uso di materiali di alleggerimento di sintesi petrolchimica o che comunque possano emettere sostanze nocive nei confronti dell'uomo e dell'ambiente in qualsiasi condizione (produzione, messa in opera, esercizio, demolizione, incendio). In tali condizioni i materiali non devono produrre sostanze - anche gassose - tossiche, quale l'acido cianidrico. In

presenza di salsedine marina o in ambiente aggressivo il solaio deve essere protetto mediante intonaco o simile ed armato comunque con acciaio inossidabile austenitico paramagnetico.

#### Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti,

distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;

distanza netta tra armatura ed armatura 10 mm.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. del 9 gennaio 1996.

In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

#### Conglomerati per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati. Il conglomerato cementizio dovrà avere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte nel rispettivo articolo.

#### Solai prefabbricati

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

#### Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

##### CLASSIFICAZIONI

I blocchi con funzione principale di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiale diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- blocchi collaboranti;
- blocchi non collaboranti.

Blocchi collaboranti.

Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm<sup>2</sup> ed inferiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).

Blocchi non collaboranti.

Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm<sup>2</sup> e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

Spessori minimi

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

### **Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati**

Oltre le prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.

L'altezza minima non può essere minore di 8 cm.

Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo 3). senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato, agli estremi tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20 %.

E ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel D.M. 9 gennaio 1996.

Le deformazioni devono risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

#### **Solai alveolari**

Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dalla armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.

#### **Solai con getto di completamento**

La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

### **Solaio ventilato e armato con rete in polipropilene**

Solaio ventilato piano, costituito da: sottofondo a spessore variabile in calcestruzzo magro steso e spianato; casseri modulari a perdere in polipropilene riciclato ad aerazione bidirezionale idonei alla realizzazione di solai ventilati, posati in opera a secco; riempimento dei casseri e formazione della soletta superiore di altezza cm 5 mediante getto di calcestruzzo con Rck 25 N/cm<sup>2</sup>, realizzato con cemento Portland 32,5 R armato con doppia rete distanziata in polipropilene, finitura superficiale a staggia, formazione di fori di passaggio per la fuoriuscita di tubazioni di aerazione e degli impianti in genere per un'altezza finita del solaio sino a cm 35. Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle rete e l'aderenza sia con i casseri sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

### **Solaio ventilato e armato con rete elettrosaldata inox**

Solaio ventilato piano, costituito da: sottofondo a spessore variabile in calcestruzzo magro steso e spianato; casseri modulari a perdere in polipropilene riciclato ad aerazione bidirezionale idonei alla realizzazione di solai ventilati, posati in opera a secco; riempimento dei casseri e formazione della soletta superiore di altezza cm 5 mediante getto di calcestruzzo con Rck 25 N/cm<sup>2</sup>, realizzato con cemento Portland 32,5 R armato con rete elettrosaldata in acciaio inox per strutture in cemento armato, diametro mm 6 a maglia incrociata cm 20x20, finitura superficiale a staggia, formazione di fori di passaggio per la fuoriuscita di tubazioni di aerazione e degli impianti in genere per un'altezza finita del solaio sino a cm 50. Le parti metalliche potranno essere collegate a terra mediante treccia in rame collegata al palo dispersore. Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i casseri sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

### **Solaio in conglomerato di legno-cemento**

Solai ad elevato isolamento termo-acustico costituiti da pannelli prefabbricati di elementi in conglomerato di legno-cemento. I pannelli vengono realizzati allineando gli elementi in legno-cemento nel numero richiesto dalle dimensioni del solaio e inserendo nell'alloggiamento tralicci metallici nella quantità prevista dal progetto e un getto parziale in calcestruzzo. Dopo la maturazione del getto,

ricavato all'interno dell'alloggiamento, il pannello può essere sollevato, trasportato e posato in opera. Getto della soletta di calcestruzzo dello spessore minimo di 5 cm. con armatura integrativa con rete elettrosaldata di ripartizione a maglia incrociata in acciaio inox e finitura della superficie a staggia. Solaio classificato nella categoria dei solai misti di c.c.a. e blocchi diversi dal laterizio come definito al paragrafo 7.2 del D.M. 9 Gennaio 1996.

## **Art. 2.61 Strutture in acciaio**

### **Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086 « Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica », dalla legge 2 febbraio 1974 ,n. 64. « Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche », dalle Circolari e dai Decreti Ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate, nonché della Circolare ministero Lavori Pubblici 4 Luglio 1996 (G.U. 16.09.96 n. 217 - suppl) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei cariche e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.96, del D.M. 9.01.96 (G.U. 5.2.96 n. 29) - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche e ogni altra disposizione in materia..

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della direzione dei lavori:

- gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Le strutture in acciaio dovranno essere realizzate secondo le indicazioni di Progetto impiegando acciaio inossidabile austenitico paramagnetico, al fine di evitare azioni perturbatrici di campi magnetici provenienti da fonti diverse da quelle naturali, nonché per annullare totalmente qualsiasi interferenza magnetica. Nell'impiego di acciaio inossidabile si dovrà fare riferimento alla normativa UNI 6900-71 ed AISI.

Ogni elemento metallico della struttura dovrà essere adeguatamente protetto:

contro il fuoco, ai sensi delle specifiche norme di sicurezza e verso l'ambiente corrosivo. I rivestimenti prescelti per le opere in acciaio , previa approvazione della DL e, per competenza, del Progettista, dovranno garantire: l'eliminazione delle operazioni di manutenzione degli stessi; il mantenimento della leggibilità della specifica identità tecnologica di ciascun elemento.

Dovranno pertanto essere di norma impiegati rivestimenti del tipo intumescenti.

Le prove di carico delle strutture dovranno avvenire dopo la loro ultimazione in opera e prima che siano applicate le ultime mani di vernice, previa verifica dell'esecuzione in conformità ai relativi elaborati esecutivi di Progetto.

### **Collaudo tecnologico dei materiali**

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è « qualificato » secondo le norme vigenti.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 9 gennaio 1996 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

**Controlli in corso di lavorazione**

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della direzione dei lavori.

Alla direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'impresa informerà la direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

**Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'impresa effettuerà, alla presenza della direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

**Prove di carico e collaudo statico**

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086/71.

**Art. 2.62 Strutture in legno**

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

Il legno delle strutture dovrà essere certificato dal produttore come proveniente da taglio selettivo e da forestazioni programmate di essenze non in via di estinzione, stagionato in maniera naturale ed essiccato in autoclave ad aria compressa oppure mediante microonde, squadrato a quattro fili, di qualunque lunghezza e sezione, con trattamento preventivo a impregnazione a base di sali di boro e non con essenze impregnanti di sintesi petrolchimica. Legno trattato con sostanze ignifughe ed antitarlo ecocompatibili. I compensati e i legni lamellari dovranno rispondere alle caratteristiche definite nell'articolo relativo ai prodotti in legno.

Le norme di riferimento definiscono la specie legnosa, la classificazione in base alla resistenza secondo norma UNI EN 338, UNI 11035 (od altra applicabile), il tipo di lavorazione, le tolleranze sulle sezioni trasversali (ad es. conformi ad UNI EN 336).

L'umidità dovrebbe essere misurata secondo UNI 9091 e UNI 8939 (od altre applicabili).

### **Prodotti e componenti**

#### **Legno massiccio**

Il legno dovrà essere classificato secondo la resistenza meccanica e specialmente la resistenza e la rigidità devono avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedere ad esempio la norma UNI 8198 FA 145).

I valori di resistenza e di rigidità devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma ISO 8375. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

#### **Legno con giunti a dita**

Fatta eccezione per l'uso negli elementi strutturali principali, nei quali il cedimento di un singolo giunto potrebbe portare al collasso di parti essenziali della struttura, si può usare legno di conifera con giunti a dita (massa volumica 300 - 400 - 500 kg/m<sup>3</sup>) a condizione che:

il profilo del giunto a dita e l'impianto di assemblaggio siano idonei a raggiungere la resistenza richiesta;

i giunti siano eseguiti secondo regole e controlli accettabili (per esempio corrispondenti alla norma raccomandata ECE-1982 « Recommended standard for finger-jointing of coniferous sawn timber » oppure documento del CEN/TC 124 « Finger jointed structural timber »). Se ogni giunto a dita è cementato sino alla resistenza a trazione caratteristica, è consentito usare il legno con giunti a dita anche nelle membrature principali.

L'idoneità dei giunti a dita di altre specie legnose (cioè non di conifere) deve essere determinata mediante prove (per esempio secondo la BSI 5291 « Finger joints in structural softwoods », integrata quando necessario da prove supplementari per la trazione parallela alla fibratura).

Per l'adesivo si deve ottenere assicurazione da parte del fabbricante circa l'idoneità e la durabilità dell'adesivo stesso per le specie impiegate e le condizioni di esposizione.

#### **Legno lamellare incollato**

La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura. Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.

La specie legnosa, la categoria di resistenza sono individuate nella UNI EN 1194 e il tipo di incollaggio secondo UNI EN 301 mentre le specifiche di prodotto sono contenute in: UNI EN 385 e UNI EN 386.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

prova di delimitazione;

prova di intaglio;

controllo degli elementi;  
laminati verticalmente;  
controllo delle sezioni giuntate.

### Compensato

Il compensato per usi strutturali deve essere prodotto secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Il compensato per usi strutturali dovrà di regola essere del tipo bilanciato e deve essere incollato con un adesivo che soddisfi le esigenze ai casi di esposizione ad alto rischio.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si potrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

### Altri pannelli derivati dal legno

Altri pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre e pannelli di particelle) dovranno essere prodotti secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

### Adesivi

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per tutta la vita della struttura.

Nel prospetto 1, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio.

Prospetto 1.-Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione: -condizione d'esposizione tipiche	Esempi di adesivi
<b>Ad alto rischio.</b>	
-Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).	RF-PF PF/RF
-Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	
-Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria. -Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	
<b>A basso rischio.</b>	
-Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.	RF-PF
-Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	PF/RF
-Edifici riscaldati ed aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.	MF/UF UF
RF: Resorcinolo-formaldeide	
PF: Fenolo-formaldeide	
PF/RF: Fenolo/resorcinolo/formaldeide	
MF/UF: Melamina/urea-formaldeide	
UF: Urea-formaldeide e UF modificato	

Elementi di collegamento meccanici

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio (vedere prospetto 2). Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

Prospetto 2.- Protezione anticorrosione minima per le pareti in acciaio, descritta secondo le norme ISO 2081.	
Classe di umidità	Trattamento
1	nessuno 1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c 2)
1) minimo per le graffe	
2) in condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo	

Classe di umidità 1: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2$  °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65 % soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12 %.

Classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2$  °C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80 % soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18 %.

Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

### Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionali.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e dal presente capitolato.

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilineità.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo. Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi fessure, nodi (ed altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti).

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3d$  e spessore di almeno  $0,3d$  (essendo  $d$  il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di  $-0,1$  mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;

il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50 % del diametro del gambo;

le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

### **Controlli**

Il Direttore dei lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio: per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità; per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio; per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali;
- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio: numero dei chiodi, bulloni, ecc.;
- dimensioni dei fori, corretta preforatura; interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni;
- controllo finale sul risultato del processo produttivo, per esempio attraverso un'ispezione visuale e prove di carico.

### **Controllo della struttura dopo il suo completamento**

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolte dalla direzione dei lavori in apposito fascicolo e poi messe a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.

### **Art. 2.63 Esecuzione coperture continue (piane) e tetti giardino e impianti di irrigazione**

Si intendono per coperture continue, o piane, quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopraccitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali: 1) l'elemento portante con funzioni strutturali; 2) lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto; 3) l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno; 4) lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) l'elemento portante; 2) lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati; 3) strato di pendenza (se necessario); 4) elemento di tenuta all'acqua; 5) strato di protezione.

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) l'elemento portante; 2) strato di pendenza; 3) strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa; 4) elemento di tenuta all'acqua; 5) elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura; 6) strato filtrante; 7) strato di protezione.

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) l'elemento portante con funzioni strutturali; 2) l'elemento termoisolante; 3) lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti; 4) lo strato di ventilazione; 5) l'elemento di tenuta all'acqua; 6) lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche; 7) lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;
- per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

L'elemento termoisolante sarà realizzato con:

- pannelli di fibra di legno mineralizzato, secondo prescrizioni già descritte nel presente capitolato, ancorati meccanicamente a giunti sfalsati alla struttura portante;
- pannelli di sughero espanso, secondo prescrizioni già descritte nel presente capitolato;
- pannelli traspiranti in fibre di legno da conifera da sottomanto, impermeabili all'acqua, permeabili al vapore, impregnati con lattice, con fresatura maschio e femmina, densità 250kg/m<sup>3</sup>, conduttività termica di calcolo 0,050W/mK, permeabilità al vapore  $\mu=5$ , classe di reazione al fuoco B2 DIN 4102, prodotti secondo norma DIN 68755;
- pannelli di sughero espanso autocollato e compresso, con giunti ad incastro ben accostati e sfalsati, il tutto fissato meccanicamente al supporto;

strato di irrigidimento realizzato con:

- pianelle in cotto e massetto di livellamento in calce idraulica naturale o pozzolanica, conformi alle prescrizioni già descritte nel presente capitolato;
- tavolato in legno e foglio antivento traspirante conformi alle prescrizioni già descritte nel presente capitolato;
- per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;
- lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
- lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato con manto impermeabile traspirante, esteso a tutte le cornici e canali di gronda curato nelle sovrapposizioni e nei risvolti verticali e le giunzioni; realizzato con prodotti descritti alla voce impermeabilizzazioni fra cui carta oleata, acrilato su velo poliestere, microfibre tessuto non-tessuto in polietilene riciclabile;

Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

- Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.
- Lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.
- I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.
- Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.
- Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. Lo strato di barriera al vapore sarà realizzato con guaina di pura cellulosa, impregnata con olio atossico e sali di boro, grammatura 160g/m<sup>2</sup>, valore SD=0,3m, tipo carta oleata posta in opera a secco con giunti sovrapposti di cm 15 sul solaio grezzo già predisposto e risolta sui lati lungo le pareti di cm15;
- Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.
- Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientale e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere: 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); 2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione); 3) la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.

- a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Tetto giardino**

Il manto della copertura è trattato come un giardino. Allo strato portante e isolante si sovrappone uno strato di terriccio coltivabile con vegetazioni a radice poco profonda. Il tetto verde ha un effetto termoequilibrante poiché mantiene nello strato di terra parte dell'acqua piovana che evaporando lentamente impedisce il riscaldamento eccessivo della copertura. Fornisce un consistente isolamento nei periodi invernali e un elevato isolamento acustico.

Il tetto verde è costituito dalle seguenti parti:

- 1) l'elemento portante con funzioni strutturali adeguate ai carichi e alle funzioni del tetto giardino ;

2) strato impermeabile antiradice resistente ai microrganismi con uno spessore di ca. 400  $\mu\text{m}$ , un peso di ca. 380 g/m<sup>2</sup>, una resistenza allo strappo (lacerazione) a 20 ° C pari a 40 - 47 N/ mm<sup>2</sup> ed a 120 ° C pari a 20 – 25 N/ mm<sup>2</sup>, un allungamento a rottura maggiore del 400% ed un coefficiente di attrito pari a ca. 0,29, risvoltato ai contenimenti laterali;

3) feltro di accumulo idrico e di protezione meccanica in fibra di polipropilene con inserto di rinforzo. Il feltro dovrà avere una capacità di accumulo idrico di ca. 5 l/ m<sup>2</sup>. Il feltro andrà posato in opera libero con sovrapposizioni di almeno 10 cm e risvoltato ai contenimenti laterali da riportare eventualmente al di sotto della copertina metallica di chiusura alla testata del parapetto di contenimento.;

4) elemento di drenaggio, aerazione e diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore, resistente alla compressione degli strati superiori;

5) telo filtrante in geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica. Il telo dovrà avere uno spessore di ca. 1,0 mm; una resistenza a trazione di ca. 10,5 kN/m; un allungamento a rottura pari al 22%; una permeabilità Q con colonna d'acqua di 10 cm pari a ca. 35 l / (m<sup>2</sup> x s) ed un'apertura efficace dei fori Dw uguale a 100  $\mu\text{m}$ . Il telo filtrante andrà posato in opera libero con una sovrapposizione di almeno 20 cm e risvoltato ai contenimenti laterali;

6) substrato di terriccio fertile in spessore medio minimo di almeno: ca. 8 cm per l'area tappezzante, di ca. 12 cm per l'area tappezzante ad erbacee perenni e di ca. 20-25 cm per l'area tappezzante ad arbusti. Tali spessori devono essere intesi come comprensivi del coefficiente di compattazione.

7) vegetazione.

Le dimensioni degli strati componenti del tetto giardino variano a seconda delle coltivazioni applicate:

- coltivazione estensiva: è adatta sia per tetti piani che a falde e ha un substrato terroso composto prevalentemente da minerali e spesso circa 10-15 cm dove crescono piante con lunghezza di radici contenute (piante grasse, muschi o tappeto erboso). L'esiguità dello strato lo rende adatto anche a strutture esistenti. Sono inverdimenti che, dopo il primo o secondo anno dall'impianto, richiedono manutenzione ridotta. Normalmente sono sufficienti 1 o 2 interventi all'anno. Sono strutturati in modo che l'approvvigionamento idrico e di elementi nutritivi avvenga, nella misura maggiore possibile, attraverso processi naturali. La vegetazione impiegata è costituita da piante a sviluppo contenuto in altezza che richiedono ridotta manutenzione e con caratteristiche di veloce radicamento e copertura, resistenza alla siccità e al gelo, buona autorigenerazione. Lo spessore delle stratificazioni è normalmente ridotto (minore di 15 cm.). Il substrato impiegato è costituito prevalentemente da componenti minerali. Il peso delle stratificazioni è compreso tra i 75 e i 150 Kg/mq. Gli inverdimenti estensivi vengono utilizzati particolarmente su grandi tetti (es. capannoni industriali) in sostituzione delle usuali coperture in ghiaia o altri materiali inerti. I costi di realizzazione sono contenuti;

- coltivazione intensiva: è un giardino con prato e alberi e richiede un substrato di 50-80 cm per permettere la crescita delle radici. Sono inverdimenti che richiedono sempre regolare manutenzione (sfalci, irrigazioni, diserbi, concimazioni, ecc). Viene impiegata un'ampia gamma di tipi di vegetazione: tappeti erbosi, erbacee perenni, cespugli, alberi. Lo spessore delle stratificazioni è superiore ai 15 cm. (normalmente non supera i 40 -50 cm.). Il substrato impiegato è costituito da una miscela bilanciata di componenti minerali ed organici. Il peso delle stratificazioni è superiore ai 150 Kg/mq. L'inverdimento intensivo viene impiegato per la realizzazione di veri e propri giardini su qualsiasi tipo di superficie pensile: tetti, terrazze, garage, ecc...

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

### **Impianto di irrigazione**

Il sistema prevede la fornitura e posa in opera dell'impianto di irrigazione del tipo individuato tra i seguenti e addato al tipo di coltivazione:

- ad ala gocciolante ad ala gocciolante composto da una rete di distribuzione in materiale plastico PEBD (polietilene a bassa densità) di diametro variabile con possibilità di adattamento in riferimento alla corretta disposizione del verde, resistente alla corrosione e completato da filtri e addolcitori, riduttori di pressione ed elettrovalvole a basso voltaggio; da un programmatore costituito da centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per riserva della memoria; di esclusori dell'irrigazione in presenza di piogge mediante sensore esterno e/o sonde di umidità sotterranee a basso voltaggio. Per la superficie il sistema prevede la fornitura e posa in opera dell'impianto di irrigazione statico e/o dinamico formato da: collettori di distribuzione con elettrovalvole autopulenti, antiusura con controllo di flusso, filtro sulla membrana e dispositivo di apertura e chiusura lenta; collettori dotati di microsfera per lo scarico invernale dell'impianto e alloggiati in appositi pozzetti di ispezione; centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per la riserva della memoria; dispositivo per l'interruzione dei cicli irrigui in caso di pioggia ed il ripristino del programma ad evaporazione avvenuta dei mm d'acqua dovuti alla precipitazione; tubazioni di alimentazione e di adduzione ai vari settori con diametri variabili, inattaccabili agli agenti del sottosuolo e provviste di apposite valvole di drenaggio automatiche; irrigatori dinamici a turbina a cerchio intero e/o a settore variabile, con gittata regolabile e ugelli intercambiabili; irrigatori statici antiurto e anticorrosione con ugello ad angolo di lavoro regolabile, frizione per la regolazione della direzione del getto dopo l'installazione, con molla di richiamo pistone;

- statico e/o dinamico formato da: collettori di distribuzione con elettrovalvole autopulenti, antiusura con controllo di flusso, filtro sulla membrana e dispositivo di apertura e chiusura lenta; collettori dotati di microsfera per lo scarico invernale dell'impianto e alloggiati in appositi pozzetti di ispezione; centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per la riserva della memoria; dispositivo per l'interruzione dei cicli irrigui in caso di pioggia ed il ripristino del programma ad evaporazione avvenuta dei mm d'acqua dovuti, alla precipitazione; tubazioni di alimentazione e di adduzione ai vari settori con diametri variabili, inattaccabili agli agenti del sottosuolo e provviste di apposite valvole di drenaggio automatiche; irrigatori dinamici a turbina a cerchio intero e/o a settore variabile, con gittata regolabile e ugelli intercambiabili; irrigatori statici antiurto e anticorrosione con ugello ad angolo di lavoro regolabile, frizione per la regolazione della direzione del getto dopo l'installazione, con molla di richiamo pistone.

A completamento dell'opera si prevede una rullatura leggera del substrato seminato e una prima irrigazione.

#### **Art. 2.64 Esecuzione coperture discontinue (a falda)**

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).

La copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura; 2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati); 3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di

trasmettere la forza all'elemento portante); 4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche-fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

La copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali: 1) lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati; 2) strato di pendenza (sempre integrato); 3) l'elemento portante; 4) l'elemento di supporto; 5) l'elemento di tenuta.

La copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura; 2) lo strato di pendenza (sempre integrato); 3) l'elemento portante; 4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa; 5) l'elemento di supporto; 6) l'elemento di tenuta.

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali: 1) L'elemento termoisolante; 2) lo strato di ventilazione; 3) lo strato di pendenza (sempre integrato); 4) l'elemento portante; 5) l'elemento di supporto; 6) l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

Per l'elemento portante vale quanto riportato nell'articolo delle esecuzioni delle coperture continue (piane) punti precedenti.

Per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo delle esecuzioni delle coperture continue (piane) punti precedenti.

Per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante.

L'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le seguenti prescrizioni strato di tenuta sarà realizzato in maniera continua in modo da permettere l'impermeabilizzazione degli strati sottostanti e può essere costituito da:

- manto di copertura di tegole curve a canale (coppi) in cotto trafilato prodotte con argilla naturale in forno ad alta temperatura, possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte negli articolo dedicato ai laterizi poste tutte in opera preventivamente bagnate ad unico strato in ragione di 33 per mq, legate con malta a consistenza plastica confezionata con calce eminentemente idraulica naturale o altro legante naturale e sabbia in rapporto di circa 1/3. Bagnare le superfici con acqua nebulizzata prima della posa. Saranno comunque esclusi coppi che possano liberare sostanze indesiderate ed inquinanti in tutto il ciclo di vita del manto sin dalla posa;
- manto di copertura di tegole marsigliesi o portoghesi in cotto trafilato prodotte con argilla naturale in forno ad alta temperatura, possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche descritte negli articolo dedicato ai laterizi poste tutte in opera preventivamente bagnate ad unico strato, legate con malta a consistenza plastica confezionata con calce eminentemente idraulica naturale o altro legante naturale e sabbia in rapporto di circa 1/3. Bagnare le superfici con acqua nebulizzata prima della posa. Saranno comunque esclusi coppi che possano liberare sostanze indesiderate ed inquinanti in tutto il ciclo di vita del manto sin dalla posa;
- manto in scandole di legno disposte in modo che la loro sovrapposizione sia longitudinale che trasversale determini in ogni sezione due o tre strati di elementi di copertura (per zone

particolarmente esposte). Il manto di copertura deve essere fissato mediante chiodi a testa piatta e gambo rugoso e scanalato, zincati a caldo o in acciaio inossidabile oppure con grappe in acciaio inossidabile, in numero di 2 per ogni elemento, ad un sistema di correnti e controcorrenti in legno predisposti, da compensare a parte, tali da realizzare un'intercapedine ventilata sottomanto.

In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza.

Attenzione particolare sarà data alla realizzazione dei bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.).

Per lo strato di ventilazione vale quanto riportato nell'articolo delle esecuzioni delle coperture continue (piane) punti precedenti; inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.

Lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato nell'articolo delle esecuzioni delle coperture continue (piane).

Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;

- a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

## **Art. 2.65 Opere di impermeabilizzazione**

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguente categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

- impermeabilizzazioni di opere interrato;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere agli articoli relativi alle coperture continue e discontinue;
- b) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo relativo alla esecuzione delle pavimentazioni;
- c) per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:
  - per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.
  - Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
  - Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
  - Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.
  - Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.
  - Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

## **Art. 2.66 Intonaci**

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. Le malte da intonaci devono essere conformi alle norme UNI EN 998.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le facce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti, quando le condizioni locali lo richiedano.

Prima di applicare l'intonaco a spruzzo su murature in calcestruzzo od il betoncino spruzzato l'Impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità e dovranno rispondere alle caratteristiche di cui alle modalità di accettazione dei materiali.

La malta sarà di norma composta secondo la prescrizione della Direzione Lavori.

L'intonaco in due strati potrà avere uno spessore di mm 20 o 30 e, il primo dei quali sarà di mm 12 ed il secondo di mm 18 circa..

Per la realizzazione dell'intonaco per esterni od interni a tre strati verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura.

Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo. Il terzo strato a finire sarà realizzato a frattazzo con malta fine o in calce.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 25, qualora però, a giudizio della Direzione Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 15 ed in tal caso applicato in una sola volta.

Le superfici in calcestruzzo che dovranno subire il trattamento impermeabilizzante devono essere compatte, esenti da olii, grassi, polvere ed asciutte, e nel caso di struttura in conglomerato cementizio anche perfettamente stagionate.

A tal fine, dopo la pulizia generale, le superfici da trattare potranno essere sottoposte ai seguenti procedimenti secondo le disposizioni della Direzione Lavori:

- trattamento con acido cloridrico diluito al 10% e successivo accurato lavaggio con getti d'acqua in pressione onde eliminare qualsiasi traccia di acido;
- spazzolatura con spazzoloni a filo di acciaio e successiva soffiatura con aria compressa;
- sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza e successiva soffiatura con aria compressa.

Il supporto dovrà presentare una superficie ruvida e fortemente porosa, con capacità di assorbimento media e nessuna traccia di contaminazione da oli, sali solubili, materiali disciolti o malfermi, strati superficiali incompatibilmente aggiunti.

Gli intonaci dovranno essere costituiti da malte a base di calci di buona qualità che, poste a contatto con il supporto, devono aderire sia meccanicamente (per compressione) che chimicamente (combinandosi con elementi quali silice, allumina, ossidi di ferro, ecc.) formando un corpo unico e continuo con il supporto stesso. Gli impasti da utilizzare nei dovuti rapporti tra i componenti dovranno avere un legante con spiccate affinità chimiche con il supporto e manifestare proprietà di adesione maggiori di quanto non sia il loro potere di coesione.

La dosatura dovrà essere realizzata mediante apposite casse di dosaggio tramite recipienti di cantiere (secchio, carriola) escludendo dosaggi approssimativi quali il "numero di palate". Per la preparazione di malte che costituiscano i tre strati dell'intonaco (rinzafo, arricciatura, finitura) dovranno scegliersi rispettivamente aggregati grossi, medi e fini; è da escludere in ogni caso il sovertimento di tale sequenza. Composizione e dosaggi delle malte dovranno essere comunque preventivamente approvati da parte della DL.

Per le nuove murature l'esecuzione degli intonaci, interni od esterni, dovrà essere effettuata dopo un'adequata stagionatura delle malte di allettamento. Le superfici dovranno essere accuratamente preparate, pulite e bagnate.

Per le vecchie strutture non intonacate si dovrà procedere al distacco di tutti gli elementi non solidali con le murature, alla bonifica delle superfici ed alla lavatura.

Per le vecchie strutture già intonacate si procederà all'asportazione dei tratti di intonaco non aderenti o compromessi, alla scalpellatura delle superfici ed alla lavatura.

L'esecuzione degli intonaci dovrà essere sempre protetta dagli agenti atmosferici. Lo strato finale non dovrà presentare crepature, irregolarità negli spigoli, mancati allineamenti o altri difetti. Le superfici dovranno essere perfettamente piane con ondulazioni inferiori all'uno per mille e spessore pari ad almeno 15 mm.

La messa in opera dello strato di intonaco finale dovrà essere comunque preceduta dall'applicazione, sulle murature interessate, di uno strato di intonaco grezzo al quale verrà sovrapposto il tipo di intonaco prescelto.

**Intonaco grezzo** - Sarà costituito da un primo strato (rinzafo) di malta di calce conforme alle caratteristiche richieste secondo il tipo di applicazione (per intonaci esterni od interni). Verranno predisposte delle fasce guida a distanza ravvicinata. Dopo la presa di questo primo strato verrà applicato un secondo strato (arricciatura) di malta più fine composte da inerti a granulometria variabile, tirato in piano a frattazzo, in modo da ottenere una superficie liscia ed a livello con le fasce precedentemente predisposte, stuccando e regolarizzando la superficie esterna così ottenuta.

**Intonaco civile** - Dovrà essere applicato dopo la presa dello strato di intonaco grezzo e sarà costituito da una malta, con grani di sabbia finissimi, lisciata mediante frattazzo rivestito con panno di feltro o simili, in modo da ottenere una superficie finale perfettamente piana ed uniforme. Sarà pertanto formato da tre strati, di cui il primo di rinzafo, un secondo di arricciatura tirato in piano con regolo e frattazzo e la predisposizione di guide, un terzo strato di finitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con frattazzo metallico o alla pezza su pareti verticali.

### **Intonaci con prestazioni speciali**

**Intonaco fonoassorbente** - Intonaco inerte al fuoco, idrofobizzato, permeabile al vapore, composto da calce idraulica naturale e silici espanse o altro materiale minerale, tale da garantire la riduzione della pressione sonora e del tempo di riverberazione, dato in opera a più riprese finite al rustico e successiva rasatura con finitura liscia su sottostante strato di intonaco grezzo. Spruzzato a macchina o applicato a mano in unico strato o in più strati in densità di almeno 420 Kg/mc

Il legante, silicato bicalcico, sarà derivato dalla cottura a bassa temperatura di marne, successivamente macinato e polverizzato, arricchito se necessario nel proprio contenuto di silicati mediante l'aggiunta di pozzolana. Gli inerti di cava aggregati a basso peso specifico, saranno ottenuti da rocce silicee o altro materiale minerale, selezionati per grado di purezza e compatibilità con il legante.

Per applicazioni su murature incoerenti, fondi instabili, piani in calcestruzzo, fondi minerali, al fine di garantire un solido ancoraggio su tutta la superficie, dovrà sempre essere applicato un ponte di aderenza costituito da conglomerato a base di calce idraulica naturale ed inerti calcarei o altro materiale minerale di appropriata granulometria (0-4 mm), con idonea resistenza allo strappo.

**Intonaco deumidificante** - Intonaco che ha la proprietà di far evaporare l'umidità presente nelle murature. Composto da due strati: uno strato macroporoso di fondo e uno risanante superficiale. Il primo è a base di calce eminentemente idraulica contiene inerti coibenti ecologici (granella di sughero, riolite, microsferi vetrose), minerali altamente reattivi (metacaolino), con additivi naturali per facilitare l'applicazione e la stagionatura dopo la posa. Lo strato superficiale sarà a base di calce eminentemente idraulica o impasto calce/cemento con l'aggiunta di aggregati leggeri minerale e/o additivi idrorepellenti o aeranti. Tale tipo di intonaco dato a cappotto potrà essere impiegato per superfici verticali esterne ed interne. L'intonaco sarà dotato di proprietà termocoibenti e

fonoassorbenti: conduttività termica  $\lambda = 0,063 \text{ W/mK}$ ; diffusione del vapore  $\mu = 6,7$ ; reazione al fuoco Classe 0.

**Intonaco termocoibente** – Realizzato generalmente con malte premiscelate, composte da legante idraulico, sabbia di tipo calcareo, inerti coibenti ecologici (perlite, vermiculite, argilla espansa, pomice, granella di sughero, riolite, microsferi vetrose), con additivi per facilitare l'applicazione e la stagionatura dopo la posa. Tale tipo di intonaco dato a cappotto potrà essere impiegato per superfici verticali esterne ed interne; applicato a mano o a macchina, in più strati fino ad uno spessore di 8 cm. L'intonaco sarà dotato di proprietà termocoibenti e fonoassorbenti: conduttività termica  $\lambda = 0,063 \text{ W/mK}$ ; diffusione del vapore  $\mu = 6,7$ ; reazione al fuoco Classe 0.

**Intonaco con argilla per interni colorato con pigmenti naturali** - Intonaco interno, tirato in piano a frattazzo e steso a più riprese secondo le prescrizioni della regola dell'arte, con primo strato costituito da miscela di terra, paglia e acqua, applicato a mano o a macchina in più strati per uno spessore tra cm 5 e cm 10. Finitura a base di miscela di terra finemente macinata, sabbia e fibra di lino, con aggiunta di pigmenti naturali colorati con colori naturali minerali (ossidi, sali, solfuri), colori organici (animali o vegetali) o polvere di marmo per uno spessore finale di cm 3.

**Intonaco ignifugo** - Esecuzione di intonaco ignifugo per interni idoneo alla protezione dall'incendio di strutture secondo la classe 0 (D. del Ministero dell'Interno 14/1/1985), posato a macchina con malta premiscelata composta da leganti gessosi ed eventualmente miscelata con calce idrata in fiore miscelata con aggregati minerali espansi quali vermiculite, silici, additivi e cemento per uno spessore complessivo tale da rendere REI 120.

**Intonaco schermante per interni** - Intonaco rasante premiscelato di malta a base di gesso o malta a base di calce idraulica naturale additivato con sostanza elettricamente conduttiva (fibre di carbonio, microsferi vetrose, metacaolino reattivo) con azione elettrostatica e di schermatura in grado di ridurre i campi elettromagnetici. L'intonaco avrà le seguenti caratteristiche: conducibilità termica pari a  $0,32 \text{ W/mK}$ ; permeabilità al vapore acqueo  $10 \mu$ , reazione al fuoco Classe 0. Compreso inserimento di nastro metallico o griglia di rame spiralizzato e collegamento con cavo di massa al potenziale di terra.

**Intonaci ed opere speciali** - Ove previsto negli elaborati di Progetto o qualora si renda necessario per l'esecuzione dei lavori a perfetta regola d'arte, è onere dell'Impresa appaltatrice provvedere all'esecuzione delle seguenti opere:

- intonaco aerante;
- rasatura per livellamento di superfici piane o curve;
- intonaco a stucco romano;
- intonaco per interni costituito da gesso di scagliola e calce idrata;
- arricciatura con malta a polvere di marmo o di travertino;
- rivestimento murale con graniglie di marmo per pareti interne;
- rincocciatura con scaglie di laterizio per rettifica e appiombatura di pareti;
- decorazioni (scuretti, fasce, lesene, aggetti, riquadrature, ecc.);
- fissante o impregnante di fondi minerali;
- vernice protettiva di superfici o elementi in cemento faccia a vista.

### **Intonaci di finitura**

**Finitura di intonaco a marmorino liscio lucidato** - Esecuzione di una rasatura di calce grassa (grassello di calce), priva di aggregati, perfettamente spenta e lungamente stagionata totalmente idratata senza residui di ossidi di calcio, inerti carbonatici selezionati micronizzati o polvere di marmo, leganti organici e terre coloranti naturali, stesa a lama con la spatola americana in più passate sino alla totale costipazione di ogni asperità del supporto e applicazione di uno strato protettivo finale di cera d'api.

**Intonaco di cocciopesto** - Intonaco interno o esterno, tirato in piano a frattazzo e steso a più riprese secondo le prescrizioni della regola dell'arte, con malta composta da miscela omogeneizzata di calce

aerea e/o calce idraulica naturale pura dalle connaturate caratteristiche di pozzolanicità, ottenuta dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari marnosi a basso contenuto di sali idrosolubili e coccio macinato e disidratato, ricavato dalla frantumazione di originari tegoli e mattoni presi da rovine, anch'essi cotti a bassa temperatura e selezionati al setaccio di 4 mm. A seconda che il l'intonaco di fondo sia a base di argilla anche lo strato di finitura potrà contenere argilla cruda finemente macinata nell'impasto. Per migliorare la protezione e la coesione dell'impasto possono essere utilizzati "collanti" naturali organici che avvolgono le particelle d'impasto.

#### **Intonaco Fine fotocatalitico**

traspirante per rivestimenti con proprietà antinquinanti, autopulenti e antibatteriche; contenente Biossido di Titanio (TiO<sub>2</sub>) con tecnologia PPSTM (Proactive Photocatalytic System), inerti ultrafini ed additivi speciali secondo D.M. (Min. Amb. Tutela del Territorio) del 01.04.2004.

### **Art. 2.67 Sistemi per rivestimenti esterni ed interni**

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

#### **Sistemi realizzati con prodotti rigidi**

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed a completamento del progetto con le indicazioni seguenti:

- per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto. Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nelle norme UNI EN 12004.

- Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralici o simili. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc. I materiali da impiegare dovranno essere delle migliori qualità, accettati preventivamente dalla Direzione Lavori e rispondere alle norme UNI in vigore; in particolare per le lastre in pietra naturale, le norme UNI EN 1469.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, la esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc.

Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

#### **Sistemi realizzati con prodotti flessibili**

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materia plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

### **Sistemi realizzati con prodotti fluidi**

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- b) su intonaci esterni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche;
- c) su intonaci interni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
  - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;
- d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'allinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo allinea.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.) nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di residenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

**Art. 2.68 Opere di vetrazioni, serramentistica e schermature**

Si intendono per opere di vetrazione quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portafinestre o porte;

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, alle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc. Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7G97). Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori. Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.). La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione ed essere privi di emissioni nocive per l'ambiente. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quale non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa (date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori).

La posa dei serramenti in alluminio dovrà essere eseguita da personale specializzato nel rispetto delle prescrizioni UNCSAAL DT16.

I fissaggi dovranno essere previsti ogni 70-80 cm ed essere eseguiti mediante viti in acciaio inox.

I sigillanti dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle norme di riferimento, non devono corrodere le parti in alluminio con cui vengono in contatto e dovranno essere conformi alle norme UNI 9610 e UNI 9611. Inoltre nel caso di contatto dei sigillanti con vernici a base bituminosa deve essere verificata la compatibilità.

Le sigillature dovranno essere realizzate secondo criteri prestazionali tali da garantire tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e realizzazione di continuità elastica durevole nel tempo tra due supporti in movimento (struttura dell'edificio e elemento di tamponamento).

La sigillatura tra i telai ed il contesto edile adiacente dovrà essere eseguita impiegando sigillanti al silicone a reticolazione neutra nel rispetto delle istruzioni del fabbricante, avendo cura di realizzare giunti non inferiori a 4 mm e non superiori a 8 mm, con profondità minima di 6 mm. Il cordone di sigillatura dovrà essere supportato da apposito materiale di riempimento inerte elastico a cellule chiuse.

Sarà compito del serramentista proporre al Committente la migliore soluzione di collegamento al muro, atta ad evitare la formazione di punti freddi nelle zone perimetrali ai telai.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.

In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Per le superfici trasparenti va osservato che la superficie totale della finestra comprende la parte trasparente e la parte relativa al telaio, pertanto la superficie netta trasparente varia da 70% a 90% della superficie dell'intera apertura. Inoltre va tenuto conto di un fattore di attenuazione o di shading che esprime il rapporto tra il flusso di radiazione solare entrante attraverso il vetro in esame e quello che entrerebbe attraverso un vetro semplice di spessore di 3mm. Tale coefficiente tiene dunque conto dell'eventuale presenza di vetri schermanti (assorbenti o riflettenti) oppure della presenza di schermature o tendaggi interni o esterni. I valori del coefficiente di shading sono riportati per alcune tipologie di vetri in tabella:

Coefficienti di shading SH per alcune tipologie di vetri

Tipologia di vetro	SH (%)	
Vetro doppio (1 intercapedine)	0.80	
Vetro triplo (2 intercapedini)	0.68	
Vetro semplice assorbente	0.40 – 0.50	
Vetro semplice riflettente	0.30 – 0.50	
Vetro semplice con tenda interna	0.50 – 0.60	
Vetro semplice con tenda esterna	0.20 – 0.30	

Nel caso di superfici vetrate e/o trasparenti, tenendo conto che i vetri sono parzialmente trasparenti alla radiazione solare incidente, la radiazione entrante colpisce le superfici interne (pavimenti, arredi, muri) provocando un riscaldamento di tali corpi che a loro volta cedono calore per convezione e irraggiamento all'aria ambiente (la parte restante viene ceduta agli ambienti confinanti) con un ritardo che dipende dalla loro capacità termica. L'effetto risultante è un aumento della temperatura dell'aria interna con tanto maggiore ritardo ed attenuazione quanto più grande è la capacità termica delle pareti interne, divisori, soffitto, pavimento, arredi etc..

## Schermature

E' opportuno trovare soluzioni architettoniche e progettuali volte ad individuare elementi, quali schermature, griglie, frangisole, e altri particolari che possono essere adottati a protezione delle stesse facciate. Alcuni tipi di schermature possono avere anche più funzioni, come controllo dell'irraggiamento solare, protezione delle facciate dalla pioggia, supporto di pannelli di solare termico o fotovoltaico. Le coperture devono essere correttamente costruite con materiali duraturi e che non abbiano necessità di manutenzioni frequenti e realizzate con materiali permeabili al vapore. Le stesse guaine, impermeabili all'acqua, devono risultare traspiranti. Sono da privilegiare tetti ventilati perché risultano migliori ai fini del controllo bioclimatico. Le principali strategie progettuali che si possono adottare per la protezione dell'involucro dal deterioramento,

sono quindi riassumibili come segue:

- impiego di materiali appropriati in base alle condizioni climatiche esterne;
- impiego di schermi protettivi dall'irraggiamento solare e dagli agenti atmosferici; protezione della facciate e dei giunti dagli agenti atmosferici, attraverso schermature integrate nell' involucro edilizio o come elementi tecnologici di facciata;
- impiego di barriere al vapore nel caso di isolamento concentrato;
- massima accessibilità dei componenti dell'edificio per operazioni di pulizia, manutenzione e di riparazione. E' importante che tutti gli impianti, come scarichi, tubi di adduzione dell'acqua..etc, risultino facilmente ispezionabili; pertanto è preferibile che non siano murati all' interno dei muri, ma trovino alloggiamento in vani da poter aprire ed ispezionare con facilità;
- occorre in fase progettuale studiare percorsi sopraelevati o elementi di accesso che contestualmente possono risultare soluzioni architettoniche estetiche ed essere utilizzati ai fini di ispezioni o per manutenzioni dell' immobile, senza la necessità ogni volta di montare ponteggi provvisori.

Il metodo di verifica delle ombre attraverso le maschere di ombreggiamento sono stati oggi superati dall'avvento di software facilmente accessibili e di maggiore precisione. Si tratta di calcolare su un edificio che si vuole analizzare, le ombre portate di eventuali ostruzioni dovute all'orografia del territorio, alla vegetazione e agli edifici. Per la realizzazione di una maschera di ombreggiamento manuale bisogna prima di tutto disegnare il profilo dell'orizzonte quindi trovare le altezze angolari da riportare sulla carta, infine tracciare le ombre. Gli strumenti: un goniometro, una livella a bolla d'aria che servirà a fornire l'altezza di ogni inclinazione (Azimuth), una bussola, copia del diagramma solare per la località in esame, una carta topografica per determinare il sud geografico; quindi ci si pone nel punto del sito dove s'intende realizzare o analizzare l'edificio. Si disegna il profilo dell'orizzonte (da quel punto) sul diagramma solare e si procede come segue:

1. con la carta topografica si determina un elemento rilevante del paesaggio e lo si utilizza per stabilire il sud geografico;
2. orientando verso il sud geografico la livella, si determina l'altezza del profilo dell'orizzonte. Si segna quindi il punto sul diagramma solare sopra l'angolo azimutale  $0^{\circ}$  (sud geografico);
3. analogamente si determinano e segnano le altezze angolari del profilo dell'orizzonte per ogni  $15^{\circ}$  (angolo azimutale) lungo l'orizzonte a est e a ovest dei  $0^{\circ}$  (sud), fino ad almeno  $120^{\circ}$ , per un totale di 17 rilevamenti. Le altezze angolari rilevate vengono segnate sul diagramma solare sopra i rispettivi angoli azimutali, quindi si collegano tutti i punti segnati;
4. per gli oggetti isolati che bloccano il sole durante l'inverno, come edifici o altri alberi sempreverdi, si determinano per ogni oggetto altezza e angolo azimutale e si segnano questi punti sul diagramma;
5. le piante caducifoglie si segnano sul diagramma con una linea tratteggiata.

Gli oggetti orizzontali per riparare le finestrate sono fortemente raccomandati sulle facciate con orientamento sud, sud-est, e sud-ovest, dove le superfici vetrate devono essere mantenute completamente in ombra durante le ore centrali della giornata. Le schermature possono essere strutture semplici e relativamente leggere sia dal punto di vista strutturale che architettonico, contribuendo ad arricchire visualmente la facciata. L'effetto sul carico termico e sul comfort (riduzione della

temperatura esterna ed interna delle superficie vetrate è rilevante, senza penalizzare il contributo delle vetrate alla componente naturale dell'illuminazione. La riduzione della temperatura della superficie interna delle vetrate consente un utilizzo completo dello spazio interno. In alternativa, o aggiunta, la schermatura delle parti vetrate ed opache delle facciate può essere realizzata tramite vegetazione decidua. Frangisole orizzontali o verticali in: acciaio, alluminio, legno, cotto o vetro possono contribuire a risolvere in maniera efficace problemi per i quali in passato era necessario utilizzare tecnologie pesanti oppure affidarsi a potenti sistemi di condizionamento.

In particolare i frangisole esterni con lamelle vetrate sono un'alternativa efficace alle cosiddette veneziane interne; l'uso del vetro riflettente anziché del metallo permette di avere una veduta verso l'esterno anche quando queste sono chiuse. Nei giorni coperti le lamelle portate in posizione orizzontale, guidano la luce naturale all'interno e provvedono ad illuminare in modo uniforme l'ambiente. Il vantaggio rispetto alle tende e alle persiane si ritrova anche nel caso si voglia mantenere le finestre aperte in un giorno ventilato, trattandosi infatti di un sistema fisso l'ombreggiamento non cambia. Il funzionamento del sistema è assicurato attraverso la possibilità data alle lamelle di poter ruotare (attraverso comandi manuali o meccanici) attorno a supporti di acciaio ancorati su appositi profili antistanti alle finestre. Esistono numerosi altri sistemi che permettono di ombreggiare e al contempo di migliorare persino l'illuminazione naturale, evitando in questo modo di aumentare il surriscaldamento estivo durante la stagione più calda.

### **Camino solare**

Sistema ottico di captazione della luce, proveniente dall'esterno, attraverso una cupola trasparente in policarbonato ad alta resistenza trattato per riflettere i raggi ultravioletti da posizionare sul tetto o su aree esterne e la successiva riflessione sulla struttura tubolare, ad assetto variabile, che convoglia la luce solare verso l'interno; corredato di cupola trasparente, riflettore sferico, scossaline metalliche, guarnizioni, tenuta stagna, tubo sagomabile in acciaio o in rame laccato con elevata riflettività interna e protetto per evitare l'ingiallimento dei raggi UV, anello per soffitto, diffusore in metacrilato a struttura prismatica, ancoraggi, viti. Diametro valibile da 25 a 40 cm, lunghezza da 50 cm a 600 cm, accessorio con serranda per la ventilazione dei locali, oscurante e regolatore di luce. Per usi civili, industriali, impianti sportivi coperti, ambienti interrati, luoghi di riunione e centri commerciali.

### **Art. 2.69 Esecuzione delle pareti esterne partizioni interne (26)**

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete sopraccitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.).

Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione. I profilati in acciaio, ove sia possibile, debbono essere orientati secondo la direzione Nord-Sud per ridurre il più possibile la deformazione del campo elettromagnetico naturale, oppure in alternativa dovrà essere utilizzato acciaio inossidabile austenitico paramagnetico AISI 304, sfrido, sovrapposizione, armatura integrativa in barre di acciaio austenitico ad aderenza migliorata AISI 304, come da calcoli strutturali.

Le parti metalliche potranno essere collegate a terra mediante treccia in rame collegata al palo dispersore.

Durante: il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, di isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc. La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nell'articolo a loro dedicato.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ccC) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire

l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc.

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

#### **Art. 2.70 Esecuzioni delle pavimentazioni**

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Le pavimentazioni lapidee e ceramiche saranno sempre posate e stuccate con malta di calce idraulica non additivata con sostanze chimiche; le pavimentazioni in legno incollate dovranno utilizzare colle naturali. Prima della posa dei pavimenti in legno i massetti, dovranno essere completamente asciutti, privi di umidità residua. A tal fine non sarà permesso di procedere alla posa prima che il Direttore dei lavori abbia dato il nulla osta in seguito alla verifica strumentale dell'umidità del massetto.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopraccitate sarà composto dai seguenti strati funzionali.

La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi dai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- il ripartitore;
- strato di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, altri strati complementari possono essere previsti.

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo sulle strutture di legno, ecc.

Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane bituminose, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre vetro o roccia.

Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzo armati o non, malte, cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.

Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue.

Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non tessuti (geotessili).

Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà in particolare, la continuità e regolarità dello stato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.). L'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere: 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); 2) adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione); 3) tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 2.71 Componenti dell'impianto dell'acqua**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Apparecchi sanitari.

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI 8949/1 per i vasi, UNI 4543/1 e 8949/1 per gli orinatoi, UNI 8951/1 per i lavabi, UNI 8950/1 per bidet. Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543/1 relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al precedente comma.

Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 81941 per lavabi di resina metacrilica; UNI 8196 per vasi di resina metacrilica; UNI EN 198 per vasche di resina metacrilica; UNI 8192 per i piatti doccia di resina metacrilica; UNI 8195 per bidet di resina metacrilica.

#### **Rubinetti sanitari e sistemi per il risparmio idrico (27)**

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare e, caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manutenzione ecc.

Nella successiva tabella sono riportati valori realistici e comprovati di percentuali di riduzione dei consumi con l'adozione dei diversi dispositivi di risparmio idrico per rubinetteria.

<b>Risparmi da sistemi di rubinetteria</b>	
Limitatori di flusso	50%
Diffusori/ aeratori	30-70%
Interruttori meccanici di flusso	10-40%
Rubinetti monocomando	30-40%
Rubinetti con temporizzatore	30-40%
Rubinetti elettronici	40-50%
Rubinetti termostatici	50%

- Limitatori di flusso: sono dispositivi che permettono di regolare il flusso dell'acqua in funzione delle necessità e della pressione. Alcune marche commerciali li chiamano anche regolatori d'apertura. Si tratta di dispositivi meccanici che limitano il passaggio massimo dell'acqua. La loro regolazione è meccanica e devono essere installati fra la chiave di chiusura e il flessibile, nel caso dei rubinetti dei lavandini e dei bidet, e fra il rubinetto e il flessibile nel caso delle docce. I modelli più moderni di rubinetteria possono averlo incorporato all'interno della cartuccia, così che possono essere regolati solamente dopo aver smontato la parte superiore. La loro manipolazione per la regolazione del flusso è semplice, basta girare una vite con un cacciavite regolando l'apertura secondo le necessità in funzione del tipo di rubinetto (lavandino, doccia, ecc.). Il risparmio d'acqua che si può ottenere dipenderà dalla modificazione del flusso, generalmente questi dispositivi permettono di ridurre il flusso massimo fino a un 50%.

- Diffusori: sono dispositivi che miscelano aria con l'acqua, anche quando il flusso dell'acqua presenta una pressione bassa. Hanno una forma cilindrica e si collocano all'estremità del rubinetto. Oltre all'aeratore, sono forniti anche di un limitatore di flusso, ed entrambi i dispositivi polverizzano l'acqua a una pressione continua (funzionano anche con 1 bar di pressione). Quest'effetto produce un aumento di volume dell'acqua, in modo che, con un flusso minore, si ottengono lo stesso effetto e la stessa comodità. Sul mercato esistono molte marche di modelli adattabili ai diversi tipi di rubinetteria (per lavandini, docce, cucina, ecc.) e s'installano mediante una vite interna o esterna. Alcuni di questi dispositivi sono stati concepiti anche per evitare i blocchi causati dall'accumulazione del calcare, e ciò

aiuta a mantenere in buono stato la rubinetteria e ne allunga la sua vita utile. Il loro prezzo sul mercato è basso e s'installano facilmente. Consentono di ridurre il consumo d'acqua dal 30 al 70%, per cui l'installazione viene raccomandata in tutti i rubinetti, dato che aumentano la loro efficacia. I sistemi di rubinetteria più moderni li hanno incorporati dalla fabbricazione.

- Limitatori di pressione: i limitatori di pressione sono dei dispositivi che possono essere collocati nella tuberia d'entrata dei bagni o anche nella tuberia d'entrata di tutto un piano. Questi dispositivi sono valvole che riducono la pressione dell'acqua. Anche se non consentono un risparmio netto d'acqua, sono utili in quanto evitano i bruschi cambi di pressione della rete, prodotti dall'uso massiccio di docce e di lavandini in determinate ore della giornata. Queste valvole possono essere regolate secondo le necessità di ogni piano o di ogni bagno, limitando la pressione massima d'entrata dell'acqua. La loro installazione è raccomandabile non soltanto nelle installazioni alberghiere, dove si consuma molta acqua in determinate ore del giorno, ma anche in eventuali aree separate (es. palestre), dove siano presenti docce collettive, per evitare le differenze di pressione che si producono quando la doccia è utilizzata contemporaneamente da più persone.

- Interruttori meccanici di flusso: sono dispositivi che si chiudono o si aprono, semplicemente, azionando una leva. È un sistema raccomandato per le docce con due entrate d'acqua, dato che questi dispositivi permettono d'interrompere il flusso dell'acqua al momento d'insaponarsi e di riattivare la doccia senza necessità di regolare nuovamente la temperatura. In questo modo si evitano il corrispondente spreco d'acqua e di energia che si produce mentre si regolano di nuovo la temperatura ed il flusso. Il risparmio che si può ottenere varia in funzione dell'utilizzo da parte dell'utente, dato che sarà lui ad interrompere il flusso azionando il dispositivo. Tuttavia, è possibile ipotizzare una riduzione del consumo d'acqua che varia dal 10 al 40 % .

- Rubinetti monocomando: i sistemi di rubinetteria monocomando offrono importanti vantaggi, non soltanto perché la maggior parte dei modelli disponibili sul mercato possiedono già dispositivi di risparmio dell'acqua incorporati, come limitatori di flusso o diffusori, ma anche perché permettono di regolare meglio e più velocemente il flusso dell'acqua e la sua temperatura evitando sprechi. I risparmi che si ottengono dipendono dal limitatore di flusso dal diffusore di cui sono forniti; in generale, è ipotizzabile che possano raggiungere una quota pari al 50%.

- Rubinetti con temporizzatore: i temporizzatori sono dei meccanismi che chiudono il flusso automaticamente, dopo un determinato periodo di tempo. Esistono rubinetti con temporizzatore sia per lavandini che per docce e, usualmente, hanno incorporato un limitatore di flusso. I rubinetti con temporizzatore possiedono un pulsante che, quando viene premuto, fa scendere un pistone interno dentro un piccolo cilindro; questo cilindro si riempie poco a poco e fa salire nuovamente il pistone. Il tempo che viene impiegato dal cilindro a riempirsi d'acqua costituisce la dimensione della "temporizzazione". I temporizzatori per lavandini hanno quasi sempre un cilindro che si riempie in 10/15 secondi circa (a seconda del modello e del flusso); mentre quelli per docce hanno un cilindro che si riempie, usualmente, in circa 30 secondi. Sul mercato ci sono marche di rubinetteria che commercializzano rubinetti con temporizzatore sia per lavandini sia per docce, e che permettono di regolare il tempo d'uscita dell'acqua da 5-7 secondi fino a 40-45 secondi. I risparmi d'acqua possono costituire una quota pari al 30-40% per le docce e al 20-30% per i lavandini.

- Rubinetti elettronici: nella rubinetteria convenzionale, quando ci si lava le mani, si apre un rubinetto all'inizio e non lo si chiude fino alla fine; in un rubinetto elettronico il flusso s'interrompe automaticamente ogni volta che si ritirano le mani dal lavandino. Il flusso e la temperatura sono pre-regolati, anche se l'utente può modificarli con il comando apposito. Come sistema di sicurezza, nel caso della presenza continua di un oggetto, il rubinetto si chiude automaticamente dopo circa 30 secondi. È importante tener conto che, per la loro collocazione, è necessario che l'installazione elettrica arrivi fino al rubinetto, a meno che questo non funzioni a batterie (dipende dal modello). Il loro prezzo è più elevato rispetto ad altri modelli; tuttavia, consentono di risparmiare circa un 40-50% del consumo dell'acqua.

- Rubinetti termostatici: i rubinetti termostatici possiedono un preselettore di temperatura che mantiene l'acqua alla temperatura selezionata, in modo che, quando si chiude e si riapre il rubinetto, l'acqua mantiene la stessa temperatura. Questi rubinetti vengono utilizzati soprattutto nelle docce e consentono di risparmiare non soltanto acqua ma anche energia, dato che non viene consumata acqua al momento di regolare nuovamente la temperatura. Sono inoltre forniti di limitatori di flusso e diffusori. I fabbricanti assicurano la possibilità di ottenere risparmi nel consumo d'acqua fino a un 50%.

#### **Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nelle norme UNI sull'argomento.

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme EN 274 e EN 329; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

#### **Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma UNI 9035 e la rispondenza è comprovata da una dichiarazione di conformità.

#### **Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

#### **Cassette per l'acqua e sistemi per il risparmio idrico**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma UNI 894911.

#### **Limitatori di scarico**

Possono essere collocati nelle cassette di scarico per wc convenzionali. Sono dispositivi che vengono incorporati nel bacino di traboccamento o sopra la valvola di scarico del water. Quando si aziona normalmente la cisterna, il dispositivo fa in modo che si chiuda la valvola dopo uno scarico di pochi litri. Se si ha bisogno di uno scarico maggiore, si deve azionare la cisterna per tre o quattro secondi.

**Cassette per wc con interruzione di scarico**

Sono cassette di scarico che possiedono un unico pulsante con un meccanismo che interrompe lo scarico dell'acqua quando viene premuto una seconda volta oppure quando si smette di premerlo. Questo sistema è disponibile per quasi tutte le marche di sanitari conosciute. Poiché la cisterna si svuota di meno, impiega anche meno tempo a riempirsi e, ovviamente, diminuisce la quantità d'acqua utilizzata. Lo scarico breve può svuotare metà della cisterna (da 4 a 6 litri); quello lungo la svuota completamente (da 9 a 12 litri a seconda della cisterna).

**Scarico WC con doppio pulsante**

Sono scarichi che possiedono un doppio pulsante che permette due quantità di scarico: uno scarico lungo che produce lo svuotamento completo della cisterna e uno breve che produce uno svuotamento parziale. Le quantità di scarico possono essere regolate.

**Limitatori di riempimento**

Determinati elementi che si possono adattare o introdurre nelle cisterne limitano il riempimento o evitano uno scarico d'acqua eccessivo, alcuni di questi dispositivi sono: a) introdurre una molla nella parte inferiore della catena della cisterna, in modo che eserciti una pressione costante su questa e che, quando la catena viene rilasciata, blocchi l'uscita dell'acqua. Inoltre questa molla evita che le catene rimangano bloccate lasciando aperto lo scarico dell'acqua; b) regolare il tubo del bacino di traboccamento, impedendo che la cisterna si riempia al massimo della sua capacità; allo stesso tempo dev'essere regolato il livello del galleggiante della cisterna; c) introdurre all'interno della cisterna un oggetto (es. una bottiglia piena d'acqua e chiusa) che occupi parte del volume dell'acqua. Quando verrà azionata la cisterna, si risparmierà l'acqua equivalente al volume dell'oggetto introdotto.

**Tubazioni e raccordi**

Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

Nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.

I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI 6363 e UNI 8863 FA 199.

I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.

I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI 6507; il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.

I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 7441 e UNI 7612; entrambi devono essere del tipo PN 10.

I tubi di piombo sono vietati nelle distribuzioni di acqua.

**Valvolame, valvole di non ritorno, pompe**

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI 7125.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI 9157.

Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI 335.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI 6781 P, UNI ISO 2548 e UNI ISO 3555.

**Apparecchi per produzione acqua calda**

Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della legge 1083 del 6 dicembre 1971.

Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della legge 1 marzo 1968, n. 186, devono essere costruiti a regola d'arte; sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).

**Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua**

Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'articolo sugli impianti.

Per gli apparecchi di sopelevazione della pressione vale quanto indicato nella norma UNI 9182.

**Art. 2.72 Esecuzione dell'impianto di adduzione dell'acqua**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate di buona tecnica.

Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

- impianti di adduzione dell'acqua potabile.
- impianti di adduzione di acqua non potabile.

Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

a) Fonti di alimentazione. b) Reti di distribuzione acqua fredda. c) Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182.

Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da: 1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure 2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure 3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;
- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m<sup>3</sup> ed un ricambio di non meno di 15 m<sup>3</sup> giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
- le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo divenire percorsi da correnti vaganti;
- nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;
- le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre curare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari (vedere la norma UNI 9182, appendici V e W) e le disposizioni particolari per locali destinati a disabili (legge n. 13 del 9 gennaio 1989 e D.M. n. 236 del 14 giugno 1989).

Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 6~8.

Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue:

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.

Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182 punti 25 e 27.

Al termine il Direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

### **Art. 2.73      Impianto per il risparmio idrico**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate di buona tecnica.

Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue: fonti di alimentazione; reti di distribuzione acqua fredda; sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182. Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 6~8.

L'impianto di distribuzione dell'acqua potabile dovrà essere realizzato con tubature senza saldature, idoneamente rivestite e coibentate, facilmente accessibili ed ispezionabili in rame, in PP, in PE e in acciaio inox; sarà costituito da:

- colonne montanti, singolarmente intercettabili per mezzo di saracinesche di diametro pari a quello della base delle colonne stesse che dovranno avere origine dai contatori idrici posti dall'Ente;
- reti di diramazione per l'alimentazione dei singoli apparecchi (comprese lavatrice e lavastoviglie) di ciascun alloggio e locale d'uso comune, intercettabili con saracinesche all'inizio delle schemature d'adduzione dell'acqua fredda nei bagni;
- reti di distribuzione dell'acqua calda agli apparecchi igienico-sanitari dei bagni, locali igienici e cucine a partire dal punto di produzione dell'acqua calda;

- reti di alimentazione delle caldaie relative all'impianto di riscaldamento.

Prima di qualunque opera è indispensabile accertare presso l'Ente gestore dell'acquedotto cittadino il valore della piezometrica al piede dei fabbricati e stimare la sua sufficienza per garantire la giusta erogazione dell'acqua all'utenza più sfavorita, ovvero stimare se il valore della pressione è tale da richiedere una riduzione.

L'impianto per il risparmio idrico sarà costituito da elementi quali (alcuni alternativi tra loro):

- riduttori di portata a taratura fissa lucidati e cromati;
- rubinetti temporizzati regolabili;
- sanitari e rubinetti con fotocellula alimentati a batteria;
- cassette di risciacquo a doppio pulsante, isolata contro la trasudazione;
- trattamento anticalcare con dosatori di reattivi anticalcare, aggiungono all'acqua dei polifosfati e dei silicofosfati liquidi che complessano gli ioni di calcio e magnesio presenti;
- impianto per la rivitalizzazione dell'acqua che evita la formazione di depositi calcarei, modificando la struttura cristallina del carbonato di calcio e sciogliendo i depositi di sali di calcio;
- impianto di trattamento dell'acqua ad osmosi inversa dimensionato su un utilizzo minimo di 250 litri/persona al giorno costituito da: filtri per sedimenti a 5 micron in acciaio ovvero altri materiali inossidabili, membrane osmotiche racchiuse in un contenitore resistente alla pressione richiesta dall'impianto, centralina elettrica, elettropompa di alimentazione e di mantenimento della pressione nel sistema in acciaio inossidabile, strumentazione di controllo, un sistema automatico di lavaggio a pressione delle membrane, la raccolta e il deposito dell'acqua trattata (da destinare alle acque primarie e servizi) e del suo permeato;
- impianto per il trattamento delle acque potabili ad osmosi inversa dimensionato su un utilizzo minimo di 250 litri/persona al giorno con trattamento del permeato con post sterilizzazione UV costituito da: filtri in polipropilene avvolto da 10 micron e 1 micron in polipropilene alimentare, membrana osmotica, filtri a carboni attivi e sterilizzatore UV da 11 W con alimentatore;
- trattamento anticalcare dell'acqua con apparecchi a campi elettromagnetici; il sistema deve essere composto da una camera di trattamento di decalcificazione alimentata elettricamente attraverso la quale passa tutta l'acqua che arriva dalla linea principale di adduzione, contemporaneamente la frequenza di emissione del campo, con un blando trattamento a raggi ultravioletti permette la riduzione della carica batterica presente nell'acqua trattata, nella misura del 60-70%; trattamento fisico elettromagnetico conforme al D.M. N. 443 del 21/12/90 e in rispetto della Direttiva Europea 98/83/CE per le acque destinate al consumo umano.

## **Art. 2.74      Impianto di scarico di acque usate**

In conformità alla legge 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;

– trattamento delle acque.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI 9183.

I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato: UNI 6363 e UNI 8863 FA 199 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alle UNI 7385 e UNI ISO 6594, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di gres: devono rispondere alla UNI 918012;
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla UNI 5341 (e suo FA 86);
- tubi di calcestruzzo non armato: devono rispondere alla UNI 9534, i tubi armati devono rispondere alle prescrizioni di buona tecnica (fino alla disponibilità di norma UNI);
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
- tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 7443 FA 178
- tubi di PVC per condotte interrate: UNI 7447
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI 7613
- tubi di polipropilene (PP): UNI 8319
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451.

In bioedilizia le condotte di scarico consigliabili sono realizzate in:

- gres: devono rispondere alla EN;
- polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI 7613;
- polipropilene (PP): UNI 8319;
- polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451;
- ghisa.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183.

Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche: a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua; b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori; c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi; d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa; e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose; f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare; g) resistenza agli urti accidentali.
- in generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche: h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque; i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale; l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale; m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso; n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
- Gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI 9183.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite

possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il DM 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.

Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.

Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.

La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40,50 m.

I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente.

Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

### **Impianti trattamento dell'acqua**

Legislazione in materia.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nelle seguenti leggi e disposizioni:

- Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- Disposizioni del Ministero dei LL.PP. 4 febbraio 1977 (Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento). - Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b) d), e), della legge 10 maggio 1976 n. 319.

- Disposizioni del Ministero dei LL.PP. 30 dicembre 1980 (Comitato interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento).
- Direttive per la disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature.

#### Requisiti degli impianti di trattamento.

Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

#### Tipologie di impianto

Premesso che le acque da trattare sono quelle provenienti dagli usi domestici con la massima possibile prevalenza dei prodotti del metabolismo umano e che è tassativamente da evitare la mescolanza con le acque meteoriche o di altra origine, le tipologie usabili sono sostanzialmente tre:

- accumulo e fermentazione in pozzi neri con estrazione periodica del materiale seguita da smaltimento per interrimento o immissione in concimaia od altro;
- chiarificazione in vasca settica tipo Imhoff attraverso separazione meccanica dei solidi sospesi e di gestione anaerobica dei fanghi, seguita dal processo di ossidazione da svolgersi per dispersione nel terreno mediante sub-irrigazione; dispersione nel terreno mediante pozzi assorbenti; percolazione nel terreno mediante sub-irrigazione con drenaggio;
- ossidazione totale a fanghi attivi in sistemi generalmente prefabbricati nei quali all'aerazione per lo sviluppo delle colonie di microrganismi che creano i fanghi attivi fa seguito la sedimentazione con il convogliamento allo scarico dell'acqua depurata e con il parziale ricircolo dei fanghi attivi, mentre i fanghi di supero vengono periodicamente rimossi.

#### Caratteristiche dei componenti

I componenti tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi:

Le caratteristiche essenziali sono:

- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;
- una ragionevole durabilità.

#### Collocazione degli impianti

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al punto "Requisiti degli impianti di trattamento".

#### Controlli durante l'esecuzione

È compito della direzione dei lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.

#### Collaudi

Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere.

A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercito sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.

Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.

Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto. Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.

A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque usate opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale) verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta all'acqua eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

## **Art. 2.75 Impianti di depurazione delle acque reflue**

Gli impianti di trattamento delle acque reflue, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nelle leggi e nelle disposizioni vigenti in materia con particolare riferimento ai limiti previsti dal Decreto Legge 122/99. Gli impianti di depurazione delle acque reflue possono essere:

A) Impianto di fitodepurazione delle acque reflue di origine civile:

- sedimentazione primaria in vasca settica tipo Imhoff ad elementi in c.a.v. o in vasca a tre camere, adeguata al numero di abitanti equivalenti, completa di paratie per la suddivisione dello spazio interno nei settori di sedimentazione, digestione del fango ed affioramento; la pendenza delle pareti del vano

di sedimentazione non sarà inferiore a 30°, completa di soletta e chiusini di ispezione composta da elementi cilindrici, a pianta circolare, sfiati per uscita gas, costruita con elementi anulari prefabbricati; suddivisa in tre comparti o monolitica;

- separatore di oli e grassi composto da una vasca monolitica in cemento armato prefabbricato dimensionata, resistente agli acidi, dotata di chiusini a tenuta in ghisa sferoidale; dotato di precamera di sedimentazione; dimensionato secondo norme DIN 4040 ed EN 1825e adeguata alla portata richiesta;

- distribuzione del liquame attraverso tubazione fessurata in polietilene ad alta densità (pead) per drenaggio;

- bacino di fitodepurazione integrale a flusso verticale od orizzontale per il trattamento delle acque reflue adeguato al numero di abitanti equivalenti e dimensionata in base al carico idraulico quotidiano; sistema che garantisce un effluente a norma di tab. 4 D.Lgs. n°152/99 per scarico sul suolo; area attrezzata di idonea superficie, sarà costituita da: bacino di fitodepurazione ricavato nel terreno e profondo mt. 2.00 impermeabilizzato con geomembrana impermeabilizzante in tessuto di polietilene ad alta densità o impermeabilizzato con geomembrana di argilla bentonitica possibilmente reperibile in loco con leggera pendenza del fondo (0.5-5%); il bacino verrà attrezzato con tubazioni di drenaggio, e verrà riempito con strato drenante costituito da inerti di diversa granulometria (sabbia sulla superficie e pietrame sul fondo) con la piantumazione di specie vegetali autoctone, della specie macrofite radicate emergenti (Fragmiti, Tife, ...), nel numero di n°1 pianta/mq (per il flusso verticale) e in ragione di n°4 pianta/mq (per il flusso orizzontale, installazione di elettropompe di riciclo e scarico in un pozzetto di prelievo e monitoraggio.

B) Impianto di depurazione biologica a fanghi attivi delle acque reflue di origine civile:

- sedimentazione primaria in vasca settica per il trattenimento delle frazioni solide per la riduzione del carico inquinante, ad elementi in c.a.v., adeguata al numero di abitanti equivalenti, completa di paratie per la suddivisione dello spazio interno nei settori di sedimentazione, digestione del fango ed affioramento;

- trattamento a fanghi attivi di ossidazione estesa, conforme alla norma EN 12566 composta da: a) vano di denitrificazione, grigliatura grossolana; b) vano di ossidazione e metabolizzazione del carico organico, ad opera dei ceppi batterici, dove viene insufflata aria, prodotta da una soffiante comandata da una centralina elettrica (per la gestione della durata delle fasi di ossigenazione e quiete, con timer di esercizio intermittente, contatore di esercizio e spia di funzionamento e fusibili), attraverso diffusori a canali laterali posti sul fondo del vano; c) vano di sedimentazione per la separazione del fango dal liquame; d) riciclo del fango; e) riciclo della massa aerata. Le operazioni di manutenzione devono essere fatte con periodica regolarità da tecnici specializzati.

C) Impianto di depurazione biologica a fanghi attivi con filtrazione a membrana:

- accumulo del refluo in apposite vasche di stoccaggio;

- sedimentazione primaria in vasca settica per il trattenimento delle frazioni solide per la riduzione del carico inquinante, ad elementi in c.a.v., adeguata al numero di abitanti equivalenti, completa di paratie per la suddivisione dello spazio interno nei settori di sedimentazione, digestione del fango ed affioramento;

- trattamento a fanghi attivi di ossidazione estesa, conforme alla norma EN 12566 composta da: a) vano di ossidazione e metabolizzazione del carico organico, ad opera dei ceppi batterici, dove viene insufflata aria, prodotta da una soffiante comandata da una centralina elettrica (per la gestione della durata delle fasi di ossigenazione e quiete, con timer di esercizio, contatore di esercizio e spia di funzionamento e fusibili), attraverso diffusori a canali laterali posti sul fondo del vano; b) vano di post depurazione con filtrazione a membrana a supporto poroso che svolge azione di disinfezione. Le operazioni di manutenzione devono essere fatte con periodica regolarità da tecnici specializzati.

D) Impianto a letti assorbenti (per insediamenti monofamiliari):

L'impianto di subirrigazione a letti assorbenti è costituito da una biologica Imhoff sulla condotta acque

nere; degrassatore sulla condotta acque grigie; pozzetto iniziale a cui pervengono le acque dei manufatti precedenti. Vassoi assorbenti in polietilene nel numero necessario alla quantità di utenze, muniti di tnt, guarnizioni e raccorderie in polipropilene e tubo di collegamento fra i vassoi; pozzetto finale con chiusino dotato di tubo di troppo pieno per scarico di eventuali precipitazioni.

L'installazione dovrà essere effettuata secondo le specifiche tecniche, prevedendo anche fra Imhoff e degrassatore una cameretta per l'ispezione come nell'uscita dell'ultimo letto assorbente. Il letto assorbente dovrà contenere uno scarico di troppo pieno.

I letti assorbenti, per evitare possibili inquinamenti di falde sottostanti dovranno essere posti ad una profondità di 60-80 cm e riempiti con strati sovrapposti di ciottoli di 10-15 cm ghiaia 20 cm e terra vegetale per 20-30 cm. Provvedere alla piantumazione di vegetazione sempreverde che aumenta la capacità di assorbimento degli elementi organici contenuti nei liquami da parte delle piante. Si dovrà inoltre prevedere periodica pulizia di degrassatore e periodico svuotamento dei fanghi della biologica. In conformità alla legge 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea, questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

## **Art. 2.76 Impianto di scarico acque meteoriche**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico-artistici.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI 9031 soddisfa quanto detto sopra;
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI 6901 e UNI 8317;
- per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma UNI 9184.

Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo impianti di scarico acque usate. I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone.

Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

## **Art. 2.77      Impianto di recupero delle acque meteoriche**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e reimpiego). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali

Gli impianti si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico o il reimpiego (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- serbatoi di accumulo con pompa per il reimpiego domestico;
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo impianti di scarico acque usate.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.

Gli accumuli di acqua devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente, tenuto conto delle eventuali indicazioni dell'ASL competente per territorio e comunque possedere le seguenti caratteristiche per consentirne gli usi compatibili e se viene predisposta una rete di adduzione idrica delle stesse acque (rete duale) all'esterno o all'interno dell'organismo edilizio:

- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;
- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoi con capacità fino a 30 m<sup>3</sup> ed un ricambio di non meno di 15 m<sup>3</sup> giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

### **Serbatoi acque piovane e antincendio**

L'alimentazione della rete secondaria d'adduzione per le utenze a perdere e non potabili come la rete antincendio, le prese per i lavaggi, i reintegri dell'impianto di riscaldamento e condizionamento, il riempimento delle vasche e l'innaffiamento del giardino, al fine di ottenere un risparmio dei consumi dell'acqua potabile, dovrà essere assicurata da accumulo d'acqua in vasche interrato, realizzate in cls armato, rese impermeabili con idonei prodotti idrofughi.

La capacità di tali vasche dovrà essere rapportata al numero delle utenze e degli idranti alimentati.

### **Impianto d'irrigazione da recupero acque meteoriche**

L'impianto d'irrigazione di tipo automatico dei giardini di uso condominiale allacciato alla rete secondaria d'adduzione per le utenze a perdere e non potabili sarà costituito da:

- centralina di comando elettronica e regolabile, situata in un locale comune del piano interrato;
- un numero sufficiente di pozzetti esterni completi di coperchio con elettrovalvole comandate dalla centralina; saracinesche per la manovra manuale di emergenza;
- a ciascuna elettrovalvola farà capo un anello d'irrigazione con erogatori a spruzzo rotante regolabili, irrigatori a nebulizzazione ed a gocciolatoio in relazione al tipo di irrigazione da realizzare sul prato cespugli di grosse dimensioni, piccoli cespugli.

Il dimensionamento degli anelli sarà studiato in relazione alle portate d'alimentazione dell'acqua. Tutto l'impianto sarà realizzato con tubi in neoprene per alta pressione con giunti, guarnizioni, rubinetterie, valvole ecc. adeguati. Nei giardinetti privati dovrà essere realizzato n. 1 pozzetto con coperchio in plastica pesante di colore verde, corredato da rubinetto con attacco "sgancio rapido" per l'irrigazione degli stessi.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque nere e grigie provenienti da ambienti domestici o acque usate ed industriali. L'acqua raccolta dalle coperture, convogliata attraverso converse, bocchettoni, grondaie, pluviali e collettori, sifoni e cisterne, in

generale tutti i materiali ed i componenti, devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV. Inoltre le componenti non devono cedere sostanze all'acqua di recupero, non devono essere deformabili alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno e con superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi.

Gli impianti, conformi alle norme tecniche di settore, di cui sopra sono composti da elementi quali:

- collegamento con il pluviale,
- filtro a rete di collegamento dal pluviale;
- immissione dal fondo della cisterna dell'acqua per non produrre turbolenza che solleva sabbia e sedimenti dal fondo della cisterna;
- filtro a rete in acciaio inossidabile autopulente (maglie 0,5 mm) di collegamento dal pluviale;
- cisterna (interrata, esterna o entro le strutture murarie delle cantine) con livello di troppo pieno e filtro integrato, imboccatura a pozzo, coperchio di sicurezza e protezione contro l'ingresso di piccoli animali e roditori;
- pompa sommersa di prelievo collegata alla rete elettrica con dispositivo di controllo del livello dell'acqua nella cisterna;
- centralina di controllo dell'acqua nella vasca di stoccaggio e per il prelievo dell'acqua dell'acquedotto in caso di esaurimento della riserva di acqua meteorica;
- drenaggio uniforme dell'acqua in eccesso costituito da un tubo che distribuisce l'acqua lontano dalla cisterna;
- filtro a rete autopulente in acciaio (maglie 0,1 mm) per il riutilizzo dell'acqua destinata alla lavatrice;
- rete idrica indipendente di distribuzione dell'acqua di recupero per scarichi wc, lavatrici, acque per lavori di pulizia domestica e lavaggio automobili e irrigazione delle aree verdi (orti e giardini);
- rete idrica di distribuzione dell'acqua per irrigazione esterna manuale o automatica;
- serie di targhette "acqua non potabile" applicate ai rubinetti della rete indipendente;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

### **Impianto di recupero acque meteoriche per usi compatibili interni all'organismo edilizio (28)**

Sono da considerarsi usi compatibili interni agli organismi edilizi: alimentazione della cassette di scarico dei WC, alimentazione delle lavatrici appositamente predisposte, usi tecnologici (ad esempio climatizzazione passiva o attiva, ...).

Il riutilizzo delle acque meteoriche si esegue seguendo uno schema di utilizzo simile all'impianto d'irrigazione da recupero acque meteoriche deve essere progettato in modo da garantire:

- una sufficiente disponibilità di acqua relativamente alla domanda giornaliera nei vari periodi dell'anno;
- un appropriato trattamento prima del riutilizzo.

Per il primo requisito si devono quindi acquisire dati storici relativi alle precipitazioni meteoriche nell'area di progetto e valutare sia la quantità massima di risorsa disponibile che la distribuzione degli eventi significativi nell'intero anno. La stima della massima quantità disponibile di risorsa viene effettuata moltiplicando la quantità di pioggia (mm) per la superficie totale impermeabilizzata che viene raccolta e collettata ad un accumulo per il successivo riuso; in alcuni casi si deve inoltre tenere conto di un coefficiente di adduzione dipendente dal tipo di superficie di raccolta.

Quantità d'acqua disponibile = S x A x P x eff				
simbolo	u. m.	significato	commenti	
<b>S</b>	m <sup>2</sup>	sommatoria delle superfici captanti	corrisponde alla superficie della proiezione orizzontale (comprese grondaie, superfici captanti pensiline, tettoie eccetera e della parte effettivamente esposta di balconi, balconi eccetera) di tutte le superfici esposte alla pioggia	
<b>A</b>	%	coefficiente di deflusso	considera la differenza tra l'entità delle precipitazioni che cade sulle superfici del sistema di raccolta e la quantità d'acqua che effettivamente affluisce verso il sistema di accumulo; dipende da orientamento, pendenza, allineamento e natura della superficie di captazione. Alcuni esempi:	
			natura della superficie	coeff.di deflusso%
			tetto duro spiovente	80-90
			tetto piano non ghiaioso	80
			tetto piano ghiaioso	60
			tetto verde intensivo	30
			tetto verde estensivo	50
			superficie lastricata	50
asfaltatura	80			
<b>P</b>	mm	altezza delle precipitazioni (afflusso)	variabile per ogni località di un territorio; i dati aggiornati si possono ricavare dagli annuari del Servizio Idrografico del Ministero dell'Ambiente.	
<b>eff</b>	%	efficacia del filtro	secondo le indicazioni fornite dal produttore e riguardanti la frazione del flusso d'acqua effettivamente utilizzabile a valle dell'intercettazione del filtro.	

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti del progetto esecutivo.

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

### Art. 2.78 Impianti adduzione gas

Si intende per impianti di adduzione del gas l'insieme di dispositivi, tubazioni, ecc. che servono a fornire il gas agli apparecchi utilizzatori (cucine, scaldacqua, bruciatori di caldaie, ecc.).

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di adduzione del gas devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione procederà come segue:

- verificherà l'insieme dell' impianto a livello di progetto per accertarsi che vi sia la dichiarazione di conformità alla legislazione antincendi (legge 818 e circolari esplicative) ed alla legislazione di sicurezza (legge n. 1083 del 6 dicembre 1971 e legge n. 46 del 5 marzo 1990);

Per il rispetto della legge 1083 si devono adottare e rispettare tutte le norme UNI che i decreti ministeriali hanno reso vincolanti ai fini del rispetto della legge stessa.

- verificherà che la componentistica approvvigionata in cantiere risponda alle norme UNI-CIG rese vincolanti dai decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1083 e della legge 46 e per la componentistica non soggetta a decreto la sua rispondenza alle norme UNI; questa verifica sarà effettuata su campioni prelevati in sito ed eseguendo prove (anche parziali) oppure richiedendo un attestato di conformità dei componenti e/o materiali alle norme UNI.

Per alcuni componenti la presentazione della dichiarazione di conformità è resa obbligatoria dai precitati decreti e può essere sostituita dai marchi IMQ e/o UNI-CIG.

- verificherà in corso d'opera ed a fine opera che vengano eseguiti i controlli ed i collaudi di tenuta, pressione, ecc. previsti dalla legislazione antincendio e dalle norme tecniche rese vincolanti con i decreti precitati.

## **Art. 2.79 Impianti di antieffrazione ed antintrusione**

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.

Negli edifici demaniali per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla USL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

### **Norme e Leggi**

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla Legge 1° Marzo 1968 n. 186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

CEI 12-13; Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.

CEI 79-2. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.

CEI 79-3 e variante V1. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione.

CEI 79-4. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.

CEI 64-8 (1987) e varianti V1 (1988) e V2 (1989). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.

CEI 64-9 (1987). Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.

CEI 6410 (1988). Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento.

CEI 64-2 (1987). Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.

CEI S/423. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.

CEI 103-1 (1971) e variante V1 (1987). Impianti telefonici interni.

CEI 64-50=UNI 9620. Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.

Inoltre vanno rispettate le disposizioni della legge 818/84 per quanto applicabili.

### **Prove sulle apparecchiature**

Antintrusione, antifurto, antieffrazione.

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n. 791, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3 e 79-4.

Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata

dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso. A tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI 12-13; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

### **Caratteristiche tecniche degli impianti**

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme CEI 79-3 e 79-3 V1).

Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto così come progettato e commissionato.

Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare: risposta dell'impianto ad eventi di allarme; risposta dell'impianto ad eventi temporali; risposta dell'impianto ad interventi manuali.

### **Istruzioni per la manutenzione**

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:

- il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
- la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

## **Art. 2.80 Impianti di ascensori, montacarichi, scale e marciapiedi mobili**

### **Classificazione**

Secondo le leggi attualmente in vigore, gli impianti, relativamente agli scopi ed usi, sono classificati nel modo seguente:

- in servizio privato: comprendenti tutti gli impianti installati in edifici pubblici e privati a scopi ed usi privati, anche se accessibili al pubblico;
- in servizio pubblico: comprendenti tutti gli impianti adibiti ad un pubblico trasporto.

### **Definizioni**

Ascensore:

impianto di sollevamento fisso, avente cabina mobile fra guide verticali o leggermente inclinate, adibito al trasporto di persone o di cose, fra due o più piani.

Montacarichi:

impianto di sollevamento fisso, avente cabina mobile fra guide verticali o leggermente inclinate, adibito al trasporto di sole cose, fra due o più piani.

Scala mobile:

installazione azionata da motore, provvista di gradini in movimento senza fine, per il trasporto di passeggeri in salita o discesa.

Marciapiede mobile:

installazione azionata da motore, provvista di superficie in movimento senza fine (per esempio segmenti, tappeto) per il trasporto di passeggeri fra due punti allo stesso o diverso livello.

### **Disposizioni generali per l'impianto e l'esercizio**

Gli ascensori e montacarichi in servizio privato sono soggetti alle seguenti disposizioni:

- Legge 24 ottobre 1942, n. 1415 che determina gli impianti soggetti alle norme e stabilisce le prescrizioni di carattere generale;
- D.P.R. 24 dicembre 1951, n. 1767 che costituisce il regolamento amministrativo per l'applicazione della legge;
- D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497, che costituisce il regolamento tecnico per l'applicazione della legge;
- D.M. 28 maggio 1979, che integra il DP.R. 29 maggio 1963, n. 1497, per gli ascensori idraulici;
- D.M. 9 dicembre 1987, n. 587, per gli ascensori elettrici;
- Decreto 04/12/2003 Elenco delle norme armonizzate ai sensi dell'art. 5 del decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1999, n. 162, concernente l'attuazione della direttiva 95/16/CE in materia di ascensori. (Gazzetta ufficiale 17/12/2003 n. 292)
- Legge 5 marzo 1990, n. 46.

Inoltre gli ascensori e montacarichi in servizio pubblico sono soggetti alle seguenti disposizioni:

- Legge 23 giugno 1927, n. 1110 - Provvedimenti per la concessione all'industria privata dell'impianto ed esercizio di funicolari aeree e di ascensori in servizio pubblico.
- D.M. 5 marzo 1931- Norme per l'impianto e l'esercizio, in servizio pubblico, degli ascensori destinati al trasporto di persone.

La norma UNI EN 115 stabilisce le norme di sicurezza per la costruzione e l'installazione di scale mobili e marciapiedi mobili.

Le scale e marciapiedi mobili in servizio privato non sono soggette ad alcuna normativa vigente, le scale mobili in servizio pubblico sono soggette al D.M. 18 settembre 1975 che stabilisce le norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico. I marciapiedi mobili in servizio pubblico non sono soggetti ad alcuna normativa vigente.

### **Caratteristiche tecniche degli impianti**

Ascensori.

Per il dimensionamento e l'inserimento degli impianti nell'edificio le norme nazionali adottate dall'UNI sono le seguenti:

- UNI ISO 4190 Parte 1a (+ FA158 e FA 270), Parte 2a, Parte 3a che stabiliscono le dimensioni necessari per l'installazione delle seguenti tipologie di impianti:
  - ascensori adibiti al trasporto di persone;
  - ascensori adibiti principalmente al trasporto di persone, ma nei quali si possono trasportare anche merci;
  - ascensori adibiti al trasporto di letti (montaletti);
  - ascensori prevalentemente destinati al trasporto di cose generalmente accompagnate da persone;
  - montacarichi.
- UNI ISO 4190 parte 5a (+ FA 271) che stabilisce quali pulsanti e segnali sono da prevedere nella costruzione ed installazione di un ascensore, tenendo conto del tipo di manovra adottato per l'apparecchio stesso;
- UNI ISO 4190 parte 6a che stabilisce le regole concernenti le previsioni di traffico e la scelta degli ascensori per gli edifici adibiti ad abitazione, allo scopo di assicurare un servizio soddisfacente;
- UNI 8725 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici residenziali degli impianti di ascensori elettrici a fune;
- UNI 8999 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici per uffici, alberghi ed ospedali degli impianti di ascensori elettrici a funi.

Scale e marciapiedi mobili.

Al presente non esistono norme per il dimensionamento e l'inserimento di questi impianti negli edifici, pertanto sono da definire tra installatore e direzione dei lavori i dettagli relativi.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione procederà come segue:

- verificherà che l'impianto, a livello di progetto, abbia avuto le necessarie approvazioni da parte dei competenti organi di controllo e che le dimensioni siano coerenti con la destinazione d'uso in base alle norme di dimensionamento e di inserimento nell'edificio
- verificherà che l'impianto riceva alla fine dell'installazione il collaudo da parte dei competenti organi di controllo e che i dati relativi siano registrati sulla documentazione obbligatoria in base alla legislatura vigente.

**Art. 2.81 Impianti di ascensore ad alta efficienza**

Impianto di sollevamento fisso, avente cabina mobile fra guide verticali o leggermente inclinate, adibito al trasporto di persone o di cose, fra due o più piani; in servizio privato o in servizio pubblico. Gli ascensori ad alta efficienza saranno realizzati secondo le norme vigenti di sicurezza e le disposizioni in materia di dimensionamento e funzionamento. In particolare

Gli impianti elevatori dovranno essere conformi alle seguenti normative: Direttiva Europea 95/16/CE e D.M. 236 (Legge 13); Direttiva Europea 89/336/CE sulla compatibilità elettromagnetica (EMC) e Direttiva Europea 89/106/CE su risparmio energetico, impatto ambientale e sicurezza d'uso.

Gli impianti saranno provvisti di indicazioni sulle caratteristiche; tra le altre: portata, velocità, numero fermate, altezza della corsa, dimensioni vano, potenza motore, corrente di avviamento, forza motrice, dati tecnici, tipo di azionamento, quadro elettrico di manovra a microprocessore, pannello di accesso per la manutenzione, guide di cabine, macchinario, ammortizzatori, caratteristiche della cabina, pannello operativo e segnalazione di cabina (bottoniera e segnalazioni luminose saranno conformi alla Legge 13 - D.M. 236), citofono che permetta al personale istruito di comunicare con i passeggeri in caso di emergenza, campanello d'allarme udibile nell'edificio e attivabile premendo il pulsante di allarme all'interno della cabina e sistema di comunicazione bidirezionale collegato telefonicamente ad un centro assistenza 24 ore su 24 (direttiva 95/16). L'impianto sarà dotato di funzione di ritorno al piano automatica in caso di mancata corrente con apertura delle porte al piano più vicino. Sulle spallette di cabina saranno montate doppie fotocellule per invertire il movimento delle porte in presenza di ostacoli.

Il Direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione degli impianti dell'ascensore verificherà che l'impianto abbia avuto le necessarie approvazioni da parte dei competenti organi di controllo e che le dimensioni siano coerenti con la destinazione d'uso in base alle norme di dimensionamento e di inserimento nell'edificio, inoltre, verificherà che l'impianto riceva alla fine dell'installazione il collaudo e l'esame finale degli impianti (95/16/CE) da parte dei competenti organi di controllo e che i dati relativi siano registrati sulla documentazione obbligatoria in base alla legislatura vigente.

Gli impianti di ascensore ad alta efficienza non utilizzano olio e funzionano con unità di trazione con motore sincrono assiale a magneti permanenti, riducono il rischio di eventuali contaminazioni o di infiammabilità e sono dotati di sistemi a basso attrito e a numero bassissimo di giri al minuto pari a circa 1/5 rispetto ai normali ascensori, diminuzione del rumore prodotto dal funzionamento ridotto di circa 10 dB. Gli impianti di ascensore ad alta efficienza sono realizzati con unità di trazione di peso ridotto e dimensioni compatte; utilizzano una quota ridotta di corrente elettrica iniziale di picco e una quantità di energia elettrica pari al 60-40% rispetto ai sistemi convenzionali idraulici o a trazione.

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di ascensore ad alta efficienza devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

**Art. 2.82 Impianti elettrico e di comunicazione interna****Disposizioni generali**

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre a coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella « Appendice G » della Guida CEI 64-50=UNI 9620, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alle leggi 1° marzo 1968 n. 186 e 5 marzo 1990 n. 46. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 11-17(1981) e variante V1(1989). Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 64-8(1987) e varianti V1(1988) e V2(1989). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-9(1987): Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.
- CEI 64-10(1988). Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o intrattenimento.
- CEI 64-2(1987): Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI S1423: Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili.
- CEI 103-1(1971) e variante V1(1987). Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50=UNI 9620: Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.

Inoltre vanno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984 per quanto applicabili.

#### Qualità dei materiali elettrici

Ai sensi dell'art. 2 della legge n. 791 del 18 ottobre 1977 e dell'art. 7 della legge n. 46 del 5 marzo 1990, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge n. 791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla legge n. 186/1968.

Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

#### Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti

Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Con impianti ausiliari si intendono:

- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.

È indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare la TELECOM.

#### Criteri di progetto

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

È indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

È opportuno:

- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;
- ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.

Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

#### Criteri di scelta dei componenti

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio gli interruttori automatici rispondenti alle Norme CEI 23-3, le prese a spina rispondenti alle Norme CEI 23-5 e 23-16, gli involucri di protezione rispondenti alle Norme CEI 70-1).

#### **Integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio**

Generalità sulle condizioni di integrazione.

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla Guida CEI 64.50 ove non diversamente specificato.

È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

#### Impianto di terra

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64.8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

#### Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni della legge n. 46 del 5 marzo 1990. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura ed adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme CEI 81.1. Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al punto 1.2.17 della norma stessa.

Il collaudo definitivo deve iniziare entro il termine stabilito dal Capitolato Speciale d'Appalto ed, in difetto, non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

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 a quanto precisato nel Capitolato Speciale di Appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.

Ad impianto ultimato si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di Legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare, nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano osservate le norme tecniche generali;
- che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e preventive indicazioni, inerenti lo specifico appalto, precisato dall'Amministrazione appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate nel progetto-offerta della Ditta aggiudicataria e purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto-offerta, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è stato detto ai precedenti commi b) e c);

- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria. Anche del collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

#### 1) Esame a vista:

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme Generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferendosi all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamento ed interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezioni adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

#### 2) Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione:

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo od, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti;

#### 3) Verifica della sfilabilità dei cavi:

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalle norme CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili) si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

Quest'ultima si deve effettuare a mezzo apposita sfera come descritto nelle norme per gli impianti sopraddetti;

#### 4) Misura della resistenza di isolamento:

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di I categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore od uguale a 50 V.
- I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore od uguale a 50 V;

#### 5) Misura delle cadute di tensione:

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un volt metro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale;

#### 6) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi:

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;

- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata dalla portata dei conduttori protetti dagli stessi;

7) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti:

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).

Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Unità Sanitarie Locali (U.S.L.) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione.  
Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina;
- si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo di voltamperometrico. La sonda di tensione ed il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersione a pacchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario;
- deve essere controllato in base ai valori misurati il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- quando occorre sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, Ditte od Enti specializzati. Le norme CEI 64-8 (1984) forniscono le istruzioni per le suddette misure;
- nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica della continuità dei collegamenti equipotenziali tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti.

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il Collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza disponibile) siano conformi a quelle previste nel Capitolato Speciale d'Appalto e cioè quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le anzidette 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 a quando sia possibile disporre di corrente di alimentazione delle caratteristiche contrattualmente previste, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore ad un massimo di 15 giorni.

Nel caso vi sia al riguardo impossibilità da parte dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria ad ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo, potranno egualmente aver luogo, ma il Collaudatore dovrà tener conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione, rispetto a quelle contrattualmente previste e secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti;

Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi;

Se in tutto od in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione appaltante di provvedere a quelli di propria spettanza, qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

**Art. 2.83 Impianto elettrico con bassa emissione elettromagnetica**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

È raccomandata nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali.

L'impianto elettrico sarà eseguito:

- a regola d'arte, in conformità alle particolari prescrizioni dell'Ente erogatore e come precisato nella « Appendice G » della Guida CEI 64-50=UNI 9620;
- in rispondenza alle leggi 1° marzo 1968 n. 186 e 5 marzo 1990 n. 46;
- utilizzando materiale costruito a regola d'arte ed esente da difetti qualitativi e di lavorazione;
- con materiali e messa in opera conformi ad un Progetto esecutivo;
- secondo normative di riferimento degli apparecchi elettrici (direttive 89/336/CEE, 92/31/CEE e 73/23/CEE);
- nel rispetto delle disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984 per quanto applicabili e ai sensi della legge n. 791 del 18 ottobre 1977 e legge n. 186/1968;
- da installatore abilitato.

Prima di qualunque opera è indispensabile verificare i livelli di inquinamento elettrico e magnetico esistenti allo scopo di individuare eventuali campi elettromagnetici provenienti da fonti esterne o fonti interne.

Per l'esecuzione delle diverse parti degli impianti valgono le indicazioni di seguito riportate:

- le linee elettriche di adduzione dal gruppo misura saranno collocate preferibilmente nell'area sud dell'edificio;
- i quadri generali e secondari di distribuzione, in particolare se posizionati entro 2,00 m da zone a prolungata permanenza di persone, dovranno essere formati da carpenteria metallica con adeguato collegamento a terra del circuito di dispersione delle schermature;
- la distribuzione interna dovrà essere eseguita con struttura a stella evitando assolutamente di formare anelli chiusi o parzialmente chiusi attorno ai locali destinati a permanenza di persone, i cavi con isolamento a base di poliolefine e antifiamma (Norme CEI 20-22) ;
- i comandi luce dovranno essere di tipo unipolare e dovranno agire esclusivamente sul conduttore di fase. In nessun caso dovrà essere interrotto il conduttore di neutro;
- i cavi schermati nonché scatole di derivazione e porta-apparecchi schermate con vernice conduttiva alla grafite o con tubi metallici comunque dotate di cavo di collegamento della schermatura al circuito di dispersione delle schermature di sezione minima di 2,5mmq. Detti cavi schermati e scatole saranno utilizzati solo per i circuiti non assoggettati al disgiuntore;
- vernice schermante a base di grafite stesa su adeguato fondo di pareti, ad elevata concentrazione di grafite, cassette porta apparecchi, quadri da incasso, cavi e coperchi, con una resa di 25mq/l e collegata alla messa a terra separata di sezione minima di 1,5mmq;
- tessuto schermante costituito da una griglia in rame spiralizzato steso su supporto in tessuto di juta e cotone o direttamente su strati di intonaco, rivestimenti isolanti o sottopavimento, da applicare sia a secco o fresco su fresco;
- circuito di interconnessione delle schermature presenti (calze dei cavi e scatole) formato da un conduttore di adeguata sezione minima di 2,5mmq indipendente dal conduttore di protezione (PE). Detto conduttore avrà origine dal nodo equipotenziale e si svilupperà per tutto l'impianto e non dovrà, in nessun punto dell'impianto, essere collegato al conduttore di terra;

- disgiuntore automatico bipolare di rete (bio-switch) del tipo esclusivamente unipolare in possesso di marchi di omologazione internazionali e conforme alle normative di sicurezza CE. Detto apparecchio dovrà essere collegato in modo da interrompere esclusivamente il conduttore di fase, in nessun modo dovrà essere interrotto il conduttore di neutro e mantenere il potenziale continuo di circa 6 V con ripristino automatico della tensione a nuova richiesta di carico, funzionante con qualsiasi carico resistivo. Il disgiuntore sarà installato in modo da disconnettere solo le linee luce e prese di servizio, tutti gli utilizzatori che necessitano di alimentazione costante dovranno avere linee preferenziali dal quadro generale. L'installazione di un disgiuntore di corrente (bio-switch) del tipo esclusivamente bipolare sarà prevista solo nel caso di alimentazione fase-fase e pertanto si avrà l'interruzione di ambedue i conduttori. Alimentazione di rete 230 Volt AC, potenza di carico massimo 16 A, ingombro 4 PE, dotato di spie di sicurezza e per la diagnosi del funzionamento;
- impianto di terra non chiuso, ossia, non deve, in alcun caso, formare un anello chiuso attorno all'edificio. E' preferibile evitare la collocazione della messa a terra nell'area Nord dell'edificio prevedendola a Sud. Affinché si realizzi una efficace messa a terra i valori di resistenza devono risultare non superiori ai 5 Ohm rispetto al potenziale di terra. Il numero dei dispersori è definito in relazione al tipo di terreno, cioè alla sua resistività, affinché si realizzi la resistenza totale prescritta. I dispersori (corda nuda in rame), tondino e puntazze dovranno essere in acciaio zincato con sezione a croce di lunghezza pari a 150/200 cm oppure in alternativa in tubo di acciaio inox forato alle estremità e riempito con polvere di solfato di rame. La corda in rame, di sezione non inferiore a 16 mmq, dell'impianto necessita di un corretto collegamento al dispersore attuato in modo tale da evitare il contatto diretto tra rame e acciaio, interponendo un morsetto in alluminio od in ottone, protetta contro il danneggiamento e protetta con manicotto isolante e collegata al quadro generale dell'impianto, i dispersori dovranno garantire una resistenza del terreno non superiore ai 20 Ohm rispetto al potenziale effettivo di terra;
- verifica strumentale: ultimato l'impianto e data tensione allo stesso si potranno verificare strumentalmente i livelli di campo elettrico e induzione magnetica all'interno dell'abitazione in particolare per le zone di stazionamento (camere da letto, sala da pranzo, soggiorno, zona tavoli ecc.) . I valori misurati riportati in relazione tecnica dovranno essere raffrontati con la tabella di Maes, riferimento per i limiti in bioedilizia. Questa relazione tecnica certificherà l'impianto elettrico a bassa emissione elettromagnetica.

<b>STANDARD PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' GLOBALE SECONDO W. MAES</b>				
	Anomalia Molto forte	Anomalia Forte	Anomalia Debole	Anomalia molto debole
<b>Campo magnetico statico</b>				
Deviazione della bussola in gradi	>100	10-100	2-10	<2
Perturbazione del campo magnetico terrestre in nanoT	>10000	1000-10000	200-1000	<200
<b>Campo elettrico alternato ELF</b>				
Intensità di campo in V/m	>50	5-50	1-5	<1
Tensione corporea in mV	>1000	100-1000	10-100	<10

<b>Campo magnetico alternato ELF</b>				
Intensità di flusso in microT	>0,5	0,1-0,5	0,02-0,1	<0,02
<b>Campo elettromagnetico RF e MQ</b>				
Livelli di disturbo in mV	>100	10-100	2-10	<2

## **Art. 2.84      Impianto di riscaldamento**

### **Generalità**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di riscaldamento devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

L'impianto di riscaldamento deve assicurare il raggiungimento, nei locali riscaldati, della temperatura indicata in progetto, compatibile con le vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici. Detta temperatura deve essere misurata al centro dei locali e ad un'altezza di 1,5 m dal pavimento. Quanto detto vale purché la temperatura esterna non sia inferiore al minimo fissato in progetto.

Nell'esecuzione dell'impianto dovranno essere scrupolosamente osservate, oltre alle disposizioni per il contenimento dei consumi energetici, le vigenti prescrizioni concernenti la sicurezza, l'igiene, l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

### Sistemi di riscaldamento

I sistemi di riscaldamento degli ambienti si intendono classificati come segue:

- mediante « corpi scaldanti » (radiatori, convettori, piastre radianti e simili) collocati nei locali e alimentati da un fluido termoconvettore (acqua, vapore d'acqua, acqua surriscaldata);
- mediante « pannelli radianti » posti in pavimenti, soffitti, pareti, a loro volta riscaldati mediante tubi, in cui circola acqua a circa 500 C;
- mediante « pannelli sospesi » alimentati come i corpi scaldanti di cui in a);
- mediante l'immissione di aria riscaldata per attraversamento di batterie. Dette batterie possono essere:
  - quelle di un apparecchio locale (aeroterma, ventilconvettore, convettore ventilato, ecc.);
  - quelle di un apparecchio unico per unità immobiliare (condizionatore, complesso di termoventilazione);
    - mediante l'immissione nei locali di aria riscaldata da un generatore d'aria calda a scambio diretto.

Dal punto di vista gestionale gli impianti di riscaldamento si classificano come segue:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di più edifici raggruppati;
- di quartiere, quando serve una pluralità di edifici separati;
- urbano, quando serve tutti gli edifici di un centro abitato.

### **Componenti degli impianti di riscaldamento**

In base alla regolamentazione vigente tutti i componenti degli impianti di riscaldamento destinati vuoi alla produzione, diretta o indiretta, del calore, vuoi alla utilizzazione del calore, vuoi alla regolazione automatica e contabilizzazione del calore, debbono essere provvisti del certificato di omologazione rilasciato dagli organi competenti.

I dispositivi automatici di sicurezza e di protezione debbono essere provvisti di certificato di conformità e/o omologazione rilasciato, secondo i casi, dall'ISPESL o dal Ministero degli Interni (Centro Studi ed Esperienze).

Tutti i componenti degli impianti debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza ai fini della loro revisione o della eventuale sostituzione.

Il Direttore dei lavori dovrà accertare che i componenti impiegati siano stati omologati e/o che rispondano alle prescrizioni vigenti.

### **Generatori di calore**

Secondo il combustibile impiegato i generatori di calore possono essere alimentati:

- con combustibili solidi, caricati manualmente o automaticamente nel focolare;
- con combustibili liquidi mediante apposito bruciatore;
- con combustibili gassosi mediante apposito bruciatore.

Secondo il fluido riscaldato i generatori di calore possono essere:

- ad acqua calda;

- a vapore con pressione inferiore a 98067 Pa;
- ad acqua surriscaldata con temperatura massima corrispondente alla pressione di cui sopra;
- ad aria calda.

Il generatore di calore deve essere in grado di fornire il calore necessario con il rendimento previsto ai vari carichi e di esso dovrà essere precisato il tipo e la pressione massima di esercizio, il materiale impiegato, lo spessore della superficie di scambio e il volume del fluido contenuto (nel caso di generatori di vapore d'acqua il contenuto d'acqua a livello). Le caldaie domestiche indipendenti a combustibile solido, con potenza termica nominale non maggiore a 50 kW dovranno essere conformi alle norme EN UNI 12809.

Per i generatori con camera di combustione pressurizzata bisogna assicurarsi, nel caso in cui il camino sia a tiraggio naturale e corra all'interno dell'edificio, che all'uscita dei fumi non sussista alcuna pressione residua.

Il generatore sarà dotato degli accessori previsti dalla normativa ed in particolare:

- dei dispositivi di sicurezza;
- dei dispositivi di protezione;
- dei dispositivi di controllo; previsti dalle norme ISPESL.

In particolare:

dispositivi di sicurezza:

- negli impianti ad acqua calda a vaso aperto, la sicurezza del generatore verrà assicurata mediante un tubo aperto all'atmosfera, di diametro adeguato;
- negli impianti ad acqua calda a vaso chiuso, la sicurezza verrà assicurata, per quanto riguarda le sovrappressioni, dalla o dalle valvole di sicurezza e, per quanto riguarda la sovratemperatura, da valvole di scarico termico o da valvole di intercettazione del combustibile;
- negli impianti a vapore a bassa pressione o ad acqua surriscaldata, la sicurezza dei generatori verrà assicurata dalle valvole di sicurezza.

dispositivi di protezione sono quelli destinati a prevenire l'entrata in funzione dei dispositivi di sicurezza, ossia termostati, pressostati e flussostati (livellostati nei generatori di vapore) essi devono funzionare e rispondere alle normative vigenti.

dispositivi di controllo sono: il termometro con l'attiguo pozzetto per il termometro di controllo e l'idrometro con l'attacco per l'applicazione del manometro di controllo.

Nei generatori di vapore: il livello visibile ed il manometro dotato di attacco per il manometro di controllo. Questi dispositivi devono rispondere alle normative vigenti.

Generatori d'aria calda a scambio diretto.

Dei generatori d'aria calda, a scambio diretto, ove ne sia consentito l'impiego per il riscaldamento di locali di abitazione ed uffici, dovrà essere dichiarata la natura e spessore della superficie di scambio, la pressione della camera di combustione e del circuito dell'aria, la potenza assorbita dal ventilatore.

Ai fini della sicurezza sarà verificata la tenuta del circuito di combustione e la pressione nel circuito dell'aria calda che deve mantenersi superiore alla pressione massima rilevata nel circuito di combustione.

Generatori di calore a scambio termico.

Comprendono scambiatori di calore in cui il circuito primario è alimentato da acqua calda o vapore od acqua surriscaldata, prodotti da un generatore di calore ed il circuito secondario è destinato a fornire acqua calda a temperatura minore.

Tali apparecchi, se alimentati da un fluido a temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica, devono essere provvisti, sul circuito secondario, di valvole di sicurezza e di valvole di scarico termico, oltre alle apparecchiature di protezione (termostati, pressostati) che operano direttamente su generatore che alimenta il circuito primario, oppure sul circuito primario.

Devono disporre altresì degli apparecchi di controllo come i generatori d'acqua calda (termometro, idrometro con attacchi).

### **Bruciatori**

I bruciatori di combustibili liquidi, o gassosi, ed i focolari per combustibili solidi, devono essere in grado di cedere al fluido termovettore il calore corrispondente al carico massimo del generatore servito.

In ogni caso la potenza del bruciatore non deve superare la potenza massima del generatore in questione. Il bruciatore deve essere corredato da dispositivi che ne arrestino il funzionamento ed intercettino l'afflusso del combustibile nel caso che la fiamma non si accenda o si spenga in corso di funzionamento.

In particolare le rampe di alimentazione dei bruciatori a gas debbono corrispondere esattamente per tipo e composizione a quelle prescritte dalle norme UNI CIG ed essere quindi dotate, oltre che di elettrovalvole di intercettazione, anche del dispositivo atto ad accertare l'assenza di perdite delle valvole stesse.

Negli impianti di maggiore importanza dotati di bruciatori di gas, si dovrà prevedere anche la verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma all'atto di ogni accensione o, se del caso, la verifica continua.

L'arresto dei bruciatori, in generale, deve verificarsi anche nel caso di intervento dei vari apparecchi di protezione termostati, pressostati, flussostati, livellostati.

I condotti dei fumi, raccordi fumari, canali fumari e camini debbono assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione ed umidità relativa. Qualora i condotti non siano totalmente esterni all'edificio, il tiraggio ne dovrà assicurare la depressione lungo l'intero sviluppo così che in caso di lesioni, non vi sia fuoriuscita dei prodotti della combustione. I materiali da impiegare per i camini dovranno essere delle migliori qualità, accettati preventivamente dalla Direzione Lavori e rispondere alle norme UNI in vigore; in particolare per i camini metallici la UNI EN 1856, per i condotti in calcestruzzo la UNI EN 1857 e per i suoi componenti la 1858.

Lo sbocco all'esterno dovrà avvenire secondo le prescrizioni vigenti e comunque in modo da non recare molestie. In qualsiasi locale in cui funziona un generatore di calore, di qualsiasi potenza, deve essere assicurato il libero ingresso dell'aria necessaria mediante un'apertura non chiudibile di dimensioni adeguate.

I depositi di combustibili liquidi devono rispettare la legislazione in base alla capacità, ai locali in cui possono essere collocati ed alla loro sistemazione, ove siano interrati o collocati in vista all'aperto.

Ove si presentassero delle perdite, il combustibile liquido dovrà fluire entro un apposito bacino di raccolta che, nel caso di interrimento, non deve inquinare il terreno e la falda acquifera.

Ogni serbatoio deve essere provvisto di un tubo di sfiato ubicato in modo che i prodotti gassosi non possano molestare le persone. Le tubazioni di adduzione del combustibile, liquido o gassoso, al serbatoio debbono potersi intercettare all'esterno delle centrali termiche, in caso di emergenza.

Deve essere provvisto altresì di un attacco di carico, facilmente accessibile e protetto da manomissioni.

Le tubazioni di adduzione ai bruciatori devono essere intercettabili all'esterno della centrale termica.

Le stazioni di riduzione per l'alimentazione dei bruciatori di gas ed i relativi contatori vanno collocati all'esterno e, dove ciò non è possibile, in ambienti aerati e separati dai locali di utilizzazione secondo la regolamentazione antincendio.

### **Circolazione del fluido termovettore**

Pompe di circolazione.

Nel caso di riscaldamento ad acqua calda, la circolazione, salvo casi eccezionali in cui si utilizza la circolazione naturale per gravità, viene assicurata mediante elettropompe centrifughe la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/500 della potenza termica massima dell'impianto.

Le pompe, provviste del certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per alimentare tutti gli apparecchi utilizzatori e debbono essere previste per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

La tenuta sull'albero nelle pompe, accoppiato al motore elettrico con giunto elastico, potrà essere meccanica o con premistoppa, in quest'ultimo caso la perdita d'acqua dovrà risultare di scarsa rilevanza dopo un adeguato periodo di funzionamento.

Ogni pompa dovrà essere provvista di organi di intercettazione sull'aspirazione e sulla mandata e di valvole di non ritorno.

Sulla pompa, o sui collettori di aspirazione e di mandata delle pompe, si dovrà prevedere una presa manometrica per il controllo del funzionamento.

Ventilatori.

Nel caso di riscaldamento ad aria calda, l'immissione dell'aria nei vari locali si effettua mediante elettroventilatori centrifughi, o assiali, la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/50 della potenza termica massima dell'impianto.

I ventilatori, provvisti di certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per l'immissione nei singoli locali della portata d'aria necessaria per il riscaldamento e debbono essere previsti per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

### **Distribuzione del fluido termovettore**

Rete di tubazioni di distribuzione.

Comprende:

- le tubazioni della Centrale Termica;
- le tubazioni della Sottocentrale Termica allorché l'impianto sia alimentato dal secondario di uno scambiatore di calore;
- la rete di distribuzione propriamente detta che comprende:
  - una rete orizzontale principale;
  - le colonne montanti che si staccano dalla rete di cui sopra;
  - le reti orizzontali nelle singole unità immobiliari;
  - gli allacciamenti ai singoli apparecchi utilizzatori;
- la rete di sfiato dell'aria.

1) Le reti orizzontali saranno poste, di regola, nei cantinati o interrate: in quest'ultimo caso, se si tratta di tubi metallici e non siano previsti cunicoli accessibili aerati, si dovrà prevedere una protezione tale da non consentire alcun contatto delle tubazioni con terreno.

2) Le colonne montanti, provviste alla base di organi di intercettazione e di rubinetto di scarico, saranno posti possibilmente in cave di accessibili e da esse si dirameranno le reti orizzontali destinate alle singole unità immobiliari.

- 3) Debbono restare accessibili sia gli organi di intercettazione dei predetti montanti, sia quelli delle singole reti o, come nel caso dei pannelli radianti, gli ingressi e le uscite dei singoli serpentini.  
Diametri e spessori delle tubazioni debbono corrispondere a quelli previsti nelle norme UNI: in particolare per i tubi di acciaio neri si impegneranno, sino al diametro di 1", tubi gas secondo la norma UNI 8863 e per i diametri maggiori, tubi lisci secondo le norme UNI 7287 e UNI 7288. Per i tubi di rame si impiegheranno tubi conformi alla norma UNI 6507.
- 4) Le tubazioni di materiali non metallici debbono essere garantite dal fornitore per la temperatura e pressione massima di esercizio e per servizio continuo.
- 5) Tutte le tubazioni debbono essere coibentate secondo le prescrizioni della Legge 10/91 e decreti di attuazione, salvo il caso in cui il calore da esse emesso sia previsto espressamente per il riscaldamento, o per l'integrazione del riscaldamento ambiente.
- 6) I giunti, di qualsiasi genere (saldati, filettati, a flangia, ecc.) debbono essere a perfetta tenuta e là dove non siano accessibili dovranno essere provati a pressione in corso di installazione.
- 7) I sostegni delle tubazioni orizzontali o sub-orizzontali dovranno essere previsti a distanze tali da evitare incurvamenti.
- 8) Il dimensionamento delle tubazioni, sulla base delle portate e delle resistenze di attrito ed accidentali, deve essere condotto così da assicurare le medesime perdite di carico in tutti i circuiti generali e particolari di ciascuna utenza.  
La velocità dell'acqua nei tubi deve essere contenuta entro limiti tali da evitare rumori molesti, trascinamento d'aria, perdite di carico eccessive e fenomeni di erosione in corrispondenza alle accidentalità.
- 9) Il percorso delle tubazioni e la loro pendenza deve assicurare, nel caso di impiego dell'acqua, il sicuro sfogo dell'aria e, nel caso dell'impiego del vapore, lo scarico del condensato oltre che l'eliminazione dell'aria.

Occorre prevedere, in ogni caso, la compensazione delle dilatazioni termiche; dei dilatatori, dovrà essere fornita la garanzia che le deformazioni rientrano in quelle elastiche del materiale e dei punti fissi che l'ancoraggio è commisurato alle sollecitazioni.

Gli organi di intercettazione, previsti su ogni circuito separato, dovranno corrispondere alle temperature e pressioni massime di esercizio ed assicurare la perfetta tenuta, agli effetti della eventuale segregazione dall'impianto di ogni singolo circuito.

Sulle tubazioni che convogliano vapore occorre prevedere uno o più scaricatori del condensato così da evitare i colpi d'ariete e le ostruzioni al passaggio del vapore.

#### Canali di distribuzione dell'aria calda

Negli impianti ad aria calda, in cui questa viene immessa in una pluralità di ambienti, o in più punti dello stesso ambiente, si devono prevedere canali di distribuzione con bocche di immissione, singolarmente regolabili per quanto concerne la portata e dimensionati, come le tubazioni, in base alla portata ed alle perdite di carico.

I canali debbono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza, non soggetti a disgregazione, od a danneggiamenti per effetto dell'umidità e, se metallici, irrigiditi in modo che le pareti non entrino in vibrazione.

I canali dovranno essere coibentati per l'intero loro sviluppo a meno che il calore da essi emesso sia espressamente previsto per il riscaldamento, o quale integrazione del riscaldamento dei locali attraversati.

La velocità dell'aria nei canali deve essere contenuta, così da evitare rumori molesti, perdite di carico eccessive e fenomeni di abrasione delle pareti, specie se non si tratta di canali metallici.

Le bocche di immissione debbono essere ubicate e conformate in modo che l'aria venga distribuita quanto più possibile uniformemente ed a velocità tali da non risultare molesta per le persone; al riguardo si dovrà tener conto anche della naturale tendenza alla stratificazione.

In modo analogo si dovrà procedere per i canali di ripresa, dotati di bocche di ripresa, tenendo conto altresì che l'ubicazione delle bocche di ripresa deve essere tale da evitare la formazione di correnti preferenziali, a pregiudizio della corretta distribuzione.

#### Apparecchi utilizzatori

Tutti gli apparecchi utilizzatori debbono essere costruiti in modo da poter essere impiegati alla pressione ed alla temperatura massima di esercizio, tenendo conto della prevalenza delle pompe di circolazione che può presentarsi al suo valore massimo qualora la pompa sia applicata sulla mandata e l'apparecchio sia intercettato sul solo ritorno.

#### Corpi scaldanti statici

Qualunque sia il tipo prescelto, i corpi scaldanti debbono essere provvisti di un certificato di omologazione che ne attesti la resa termica, accertata in base alla norma UNI 6514.

Essi debbono essere collocati in posizione e condizioni tali che non ne risulti pregiudicata la cessione di calore all'ambiente. Non si debbono impiegare sullo stesso circuito corpi scaldanti dei quali sia notevolmente diverso l'esponente dell'espressione che misura la variazione della resa termica in funzione della variazione della differenza tra la temperatura del corpo scaldante e la temperatura ambiente (esempio radiatori e convettori).

Sulla mandata e sul ritorno del corpo scaldante si debbono prevedere organi atti a consentire la regolazione manuale e, ove occorra, l'esclusione totale del corpo scaldante, rendendo possibile la sua asportazione, senza interferire con il funzionamento dell'impianto.

#### Corpi scaldanti ventilati

Di tali apparecchi costituiti da una batteria percorsa dal fluido termovettore e da un elettroventilatore che obbliga l'aria a passare nella batteria, occorre, oltre a quanto già esposto per i corpi scaldanti statici, accertare la potenza assorbita dal ventilatore e la rumorosità dello stesso.

La collocazione degli apparecchi deve consentire una distribuzione uniforme dell'aria evitando altresì correnti moleste.

#### Pannelli radianti

Costituiscono una simbiosi tra le reti di tubazioni in cui circola il fluido termovettore e le strutture murarie alle quali tali reti sono applicate (pannelli riportati) o nelle quali sono annegate (pannelli a tubi annegati). I tubi per la formazione delle reti, sotto forma di serpentini, o griglie, devono essere di piccolo diametro (20 mm al massimo) ed ove non si tratti di tubi metallici, dovrà essere accertata l'idoneità relativamente alla temperatura ed alla pressione massima di esercizio per un servizio continuo.

Prima dell'annegamento delle reti si verificherà che non vi siano ostruzioni di sorta ed è indispensabile una prova a pressione sufficientemente elevata per assicurarsi che non si verifichino perdite nei tubi e nelle eventuali congiunzioni.

1. Nel caso di pannelli a pavimento la temperatura media superficiale del pavimento finito non deve superare il valore stabilito al riguardo dal progettista e la distanza tra le tubazioni deve essere tale da evitare che detta temperatura media si consegua alternando zone a temperatura relativamente alta e zone a temperatura relativamente bassa.

Nel prevedere il percorso dei tubi occorre tener presente altresì che (anche con cadute di temperatura relativamente basse: 8-10 °C) le zone che corrispondono all'ingresso del fluido scaldante emettono calore in misura sensibilmente superiore a quelle che corrispondono all'uscita.

Le reti di tubi devono essere annegate in materiale omogeneo (di regola: calcestruzzo da costruzione) che assicuri la totale aderenza al tubo e ne assicuri la protezione da qualsiasi contatto con altri materiali e da qualsiasi liquido eventualmente disperso sul pavimento.

2. Nel caso di pannelli a soffitto, ricavati di regola annegando le reti nei solai pieni, o nelle nervature dei solai misti, la temperatura media superficiale non deve superare il valore stabilito dal progettista.

3. Il collegamento alle reti di distribuzione, deve essere attuato in modo che sia evitato qualsiasi ristagno dell'aria e che questa, trascinata dal fluido venga scaricata opportunamente; per lo stesso motivo è opportuno che la velocità dell'acqua non sia inferiore a 0,5 m/s.

4. Nel caso di reti a griglia, costituite da una pluralità di tronchi o di serpentini, collegati a due collettori (di ingresso e di uscita), occorre che le perdite di carico nei vari tronchi siano uguali, così da evitare circolazioni preferenziali. In concreto occorre che i vari tronchi, o serpentini, abbiano la stessa lunghezza (e, possibilmente, lo stesso numero di curve) e che gli attacchi ai collettori avvengano da parti opposte così che il tronco con la mandata più corta abbia il ritorno più lungo e il tronco con la mandata più lunga, il ritorno più corto.

5. Nei pannelli, cosiddetti "riportati", di regola a soffitto e talvolta a parete, ove le reti di tubazioni sono incorporate in uno strato di speciale intonaco, applicato alla struttura muraria, o anche separato dalla stessa, si dovrà prevedere un'adeguata armatura di sostegno, una rete portaintonaco di rinforzo e l'ancoraggio del pannello, tenendo conto delle dilatazioni termiche.

Qualunque sia il tipo di pannello impiegato, si deve prevedere un pannello, od un gruppo di pannelli, per ogni locale dotato di una valvola di regolazione, collocata in luogo costantemente accessibile (29).

#### Pannelli pensili

Si considerano come corpi scaldanti tenendo conto che, in relazione al loro sviluppo ed alla loro collocazione, le temperature superficiali debbono essere compatibili con il benessere delle persone.

#### Riscaldatori d'acqua

Sono destinati alla produzione di acqua calda per i servizi igienici e possono essere:

- ad accumulo con relativo serbatoio;
- istantanei;
- misti ad accumulo ed istantanei.

Il tipo di riscaldatore ed il volume di accumulo deve essere rispondente alla frequenza degli attingimenti: saltuari, continui, concentrati in brevi periodi di tempo.

Qualora il fluido scaldante presenti una temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica occorre applicare al serbatoio di accumulo la valvola di sicurezza e la valvola di scarico termico.

Nei serbatoio d'accumulo è altresì indispensabile prevedere un vaso di espansione, o una valvola di sfioro, onde far fronte alla dilatazione dell'acqua in essi contenuta nel caso in cui non si verificano attingimenti durante il riscaldamento dell'acqua stessa.

Secondo le prescrizioni della Legge 10/91 l'acqua deve essere distribuita a temperatura non superiore a 50 °C, è comunque opportuno, nel caso dell'accumulo, mantenere l'acqua a temperatura non superiore a 65 °C onde ridurre la formazione di incrostazioni, nel caso in cui l'acqua non venga preventivamente trattata.

Il generatore di calore destinato ad alimentare il riscaldatore d'acqua durante i periodi in cui non si effettua il riscaldamento ambientale deve essere di potenza non superiore a quella richiesta effettivamente dal servizio a cui è destinato.

#### Complessi di termoventilazione

Sono costituiti, come i corpi scaldanti ventilati, da una batteria di riscaldamento alimentata dal fluido termovettore e da un elettroventilatore per la circolazione dell'aria nella batteria.

Dovendo provvedere al riscaldamento di una pluralità di locali mediante l'immissione di aria calda, l'apparecchio dovrà essere in grado di fornire la potenza termica necessaria.

Dell'elettroventilatore, dotato di un motore elettrico per servizio continuo, dovranno essere verificati: la portata, la prevalenza, la potenza assorbita ed il livello di rumorosità nelle condizioni di esercizio.

L'apparecchio può essere provvisto di filtri sull'aria di rinnovo e/o sull'aria di circolazione (mentre la presenza di dispositivi di umidificazione lo farebbe annoverare tra gli apparecchi di climatizzazione invernale).

#### Espansione dell'acqua dell'impianto

Negli impianti ad acqua calda, o surriscaldata, occorre prevedere un vaso di espansione in cui trovi posto l'aumento di volume del liquido per effetto del riscaldamento. Il vaso può essere aperto all'atmosfera o chiuso, a pressione.

Il vaso aperto deve essere collocato a quota maggiore del punto più alto dell'impianto ed occorre assicurarsi che esso non sia in circolazione per effetto dello scarico del tubo di sicurezza (allacciato scorrettamente) o della rete di sfiato dell'aria (sprovvista di scaricatore idoneo). Ove si utilizzi un vaso chiuso la pressione che vi deve regnare deve essere: nel caso di acqua calda, superiore alla pressione statica dell'impianto, nel caso di acqua surriscaldata superiore alla pressione del vapore saturo alla temperatura di surriscaldamento.

Il vaso chiuso può essere del tipo a diaframma (con cuscino d'aria prepressurizzato), autopressurizzato (nel quale la pressione, prima del riempimento, è quella atmosferica), prepressurizzato a pressione costante e livello variabile, prepressurizzato a pressione e livello costanti.

Questi ultimi richiedono per la pressurizzazione l'allacciamento ad una rete di aria compressa (o ad un apposito compressore) o a bombole di aria compressa o di azoto. I vasi chiusi collegati ad una sorgente esterna debbono essere dotati di valvola di sicurezza e se la pressione della sorgente può assumere valori rilevanti, occorre inserire una restrizione tarata sul tubo di adduzione cosicché la portata massima possa essere scaricata dalla valvola di sicurezza senza superare la pressione di esercizio per la quale il vaso è previsto.

In ogni caso, qualora la capacità di un vaso chiuso sia maggiore di 25 l, il vaso stesso è considerato apparecchio a pressione a tutti gli effetti.

#### Regolazione automatica

Secondo la Legge 10/91, ogni impianto centrale deve essere provvisto di un'apparecchiatura per la regolazione automatica della temperatura del fluido termovettore, in funzione della temperatura esterna e del conseguente fattore di carico.

Il regolatore, qualunque ne sia il tipo, dispone di due sonde (l'una esterna e l'altra sulla mandata generale) ed opera mediante valvole servocomandate.

Il regolatore deve essere suscettibile di adeguamento del funzionamento del diagramma di esercizio proprio dell'impianto regolato. Debbono essere previste regolazioni separate nel caso di circuiti di corpi scaldanti destinati ad assicurare

temperature diverse e nel caso di circuiti che alimentano corpi scaldanti aventi una risposta diversa al variare della differenza tra la temperatura dell'apparecchio e la temperatura ambiente.

È indispensabile prevedere un sistema di regolazione automatica della temperatura ambiente per ogni unità immobiliare e di una valvola termostatica su ciascun corpo scaldante ai fini di conseguire la necessaria omogeneità delle temperature ambiente e di recuperare i cosiddetti apporti di calore gratuiti, esterni ed interni.

La regolazione locale deve essere prevista per l'applicazione di dispositivi di contabilizzazione del calore dei quali venisse decisa l'adozione.

### **Alimentazione e scarico dell'impianto**

Alimentazione dell'impianto

Può avvenire secondo uno dei criteri seguenti

- negli impianti a vapore, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dalla vasca di raccolta del condensato, vasca in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante allacciata all'acquedotto o ad un condotto di acqua trattata;
- negli impianti ad acqua calda, con vaso di espansione aperto, o mediante l'allacciamento all'acquedotto (o ad un condotto di acqua trattata) del vaso stesso, in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante come sopra.

oppure mediante un allacciamento diretto dell'acquedotto (o del predetto condotto di acqua trattata) al generatore di calore o ad un collettore della centrale termica, allacciamento dotato di una valvola a perfetta tenuta da azionare manualmente;

- negli impianti ad acqua calda con vaso chiuso, mediante l'allacciamento diretto all'acquedotto (od al predetto condotto dell'acqua trattata) attraverso una valvola di riduzione;
- negli impianti ad acqua surriscaldata, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dall'acquedotto o dal serbatoio dell'acqua trattata.

Occorrono ovviamente pompe di sopraelevazione della pressione qualora la pressione dell'acquedotto, o quella del condotto dell'acqua trattata, non fosse in grado di vincere la pressione regnante nel punto di allacciamento.

Nel caso di valvole a galleggiante collegate all'acquedotto, la bocca di ingresso dell'acqua deve trovarsi ad un livello superiore a quello massimo dell'acqua così che, in caso di eventuali depressioni nell'acquedotto non avvenga il risucchio in esso dell'acqua del vaso. Nel caso di allacciamenti diretti all'acquedotto è prescritta l'applicazione di una valvola di non ritorno così da evitare ogni possibile rientro nell'acquedotto dell'acqua dell'impianto.

Sulla linea di alimentazione occorre inserire un contatore d'acqua al fine di individuare tempestivamente eventuali perdite e renderne possibile l'eliminazione.

Scarico dell'impianto

Deve essere prevista la possibilità di scaricare, parzialmente o totalmente, il fluido termovettore contenuto nell'impianto.

Se si tratta di acqua fredda, questa può essere scaricata direttamente nella fognatura; se si tratta di acqua calda, o addirittura caldissima (per esempio nel caso di spurghi di caldaia a vapore), occorre raffreddarla in apposita vasca prima di immetterla nella fognatura.

### **Quadro e collegamenti elettrici**

Si dovrà prevedere un quadro elettrico per il comando e la protezione di ogni singolo motore da corto circuiti, abbassamenti di tensione, mancanza di fase e sovraccarichi prolungati.

Quadro e collegamenti elettrici, nonché la messa a terra di tutte le parti metalliche, dovranno essere conformi alle norme CEI ed in particolare a quella prevista espressamente per le centrali termiche nella CEI 64/2 appendice B

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta, consumo di combustibile (correlato al fattore di carico), ecc., per comprovare il rispetto della Legge n. 10/91 e della regolamentazione esistente.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

**Art. 2.85 Impianti di riscaldamento-raffrescamento a risparmio energetico**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di riscaldamento a risparmio energetico devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

L'impianto di riscaldamento deve assicurare il raggiungimento, nei locali riscaldati, della temperatura indicata in progetto, compatibile con le vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici. Nell'esecuzione dell'impianto dovranno essere scrupolosamente osservate, oltre alle disposizioni per il contenimento dei consumi energetici, le vigenti prescrizioni concernenti la sicurezza, l'igiene, l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

Sono elementi dell'impianto termico (alcuni alternativi fra di loro):

- caldaia a condensazione per il recupero del calore latente di vaporizzazione, alimentata a gas metano, a basamento o da parete, per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per uso sanitario, con potenzialità al focolare dichiarata, ad elevata silenziosità di esercizio; circuito di combustione stagno e controllo della combustione, temperatura dei fumi estremamente bassa ( $5^{\circ} - 15^{\circ}$ ) e riduzione delle emissioni fino al 70% di (ossidi di azoto)  $\text{NO}_x < 12(20)\text{ppm}$  e (monossido di carbonio)  $\text{CO} < 10(30)\text{ppm}$ ; dotata dei dispositivi di sicurezza, protezione e controllo e previsti dalle norme ISPESL; caldaia equipaggiata con pannello di controllo funzioni verificate elettronicamente ed eventuale scheda con microprocessore per la gestione remota e tramite PC per la diagnostica remota dei comandi; tutti i componenti sono racchiusi in un telaio di copertura per l'armadio in acciaio inox e protezione antigelo per l'eventuale installazione esterna; caldaia dotata di: bruciatore con verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma, bollitore per acqua calda sanitaria, scambiatore in fusione di alluminio o a tubi in rame o acciaio inossidabile, pompe di circolazione, sonda esterna climatica esterna e scarico condensa;

- caldaia ad alto rendimento a temperatura scorrevole alimentata a gas metano, costituita da più generatori di calore modulari in acciaio, contenuti in armadi metallici, attivati in cascata autonomamente in maniera automatica in funzione del carico termico d'utenza; a basamento o da parete, per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per uso sanitario, con potenzialità al focolare dichiarata, con frazionamento di potenza direttamente al focolare, realizzato con più bruciatori operanti col principio di sequenza automatica di funzionamento a più regimi di fiamma, comandata da un regolatore con rotazione delle priorità compensato da una sonda esterna, con ridotte emissioni inquinanti di monossido di carbonio e ossidi di azoto, con rendimento utile minimo a potenza nominale superiore al 90%, ad elevata silenziosità di esercizio; circuito di combustione stagno e controllo della combustione; dotata dei dispositivi di sicurezza, protezione e controllo e previsti dalle norme ISPESL; caldaia equipaggiata con pannello di controllo funzioni verificate elettronicamente ed eventuale scheda con microprocessore per la gestione remota e tramite PC per la diagnostica remota dei comandi; tutti i componenti sono racchiusi in un telaio di copertura per l'armadio in acciaio inox e protezione antigelo per l'eventuale installazione esterna; caldaia dotata di: bruciatore con verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma, bollitore per acqua calda sanitaria, scambiatore in fusione di alluminio o a tubi in rame o acciaio inossidabile, pompe di circolazione, sonda esterna climatica esterna e scarico condensa;

- caldaia a biomassa alimentata con legna a cippato o a pellets, per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per uso sanitario, dotata di collegamento elettrico e sistema di alimentazione automatico (coclea, aspirazione sottovuoto, ecc.) collegato al magazzino del combustibile, con protezione che impedisce lo scambio di gas e quindi un ritorno di fiamma ed eventuale spegnimento di emergenza; potenzialità termica nominale al focolare dichiarata, rendimento percentuale; frazionamento di potenza direttamente al focolare; regolazione della potenza modulante; rimozione automatica delle ceneri; fasi del funzionamento costantemente sorvegliate e controllate automaticamente da microprocessori; un regolatore del focolare incorporato nella caldaia per comandare le valvole dell'aria motorizzate tramite

la sonda integrata; pulizia automatica dello scambiatore termico; adeguata sezione del camino resistente all'umidità; collegata al gruppo idraulico;

- condotti dei fumi privi di fuoriuscita dei prodotti della combustione e per assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione ed umidità relativa. Lo sbocco all'esterno dovrà avvenire secondo le prescrizioni vigenti e comunque in modo da non recare molestie; in qualsiasi locale in cui funziona un generatore di calore, di qualsiasi potenza, deve essere assicurato il libero ingresso dell'aria necessaria mediante un'apertura non chiudibile di dimensioni adeguate.

allacciamenti diretti all'acquedotto è prescritta l'applicazione di una valvola di non ritorno così da evitare ogni possibile rientro nell'acquedotto dell'acqua dell'impianto;

- rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria alle utenze, coibentata secondo le prescrizioni della Legge 10/91 e decreti di attuazione;

- vaso di espansione in cui trovi posto l'aumento di volume del liquido per effetto del riscaldamento dotato di valvola di sicurezza;

- apparecchiatura per la regolazione automatica della temperatura del fluido termovettore, in funzione della temperatura esterna e del conseguente fattore di carico;

- quadro e collegamenti elettrici nonché la messa a terra di tutte le parti metalliche, dovranno essere conformi alle norme CEI ed in particolare a quella prevista espressamente per le centrali termiche nella CEI 64/2 appendice B;

- apparecchi utilizzatori costruiti in modo da poter essere impiegati alla pressione ed alla temperatura massima di esercizio, in particolare possono essere:

- battiscopa radiante a circolazione di acqua costituiti da due tubi in rame crudo di mandata e di ritorno collegati ai collettori di distribuzione con lamelle in alluminio e carter di rivestimento e protezione, distribuito lungo lo sviluppo perimetrale degli ambienti, dotati di valvola di regolazione, sistema comandato da un termostato per il rilevamento della temperatura radiante dei muri;

- radiatori a piastre, in ghisa, in alluminio o acciaio verniciati con detentori, valvola di sfogo, tappi di serraggio e staffe di ancoraggio, conformi alle norme UNI EN 442;

- sistema radiante a parete a bassa temperatura (mandata di 25-38° C), con serpentine in rame, polipropilene o polibutilene, montate con morsetteria poste a interassi vari sotto intonaco applicate alle superfici perimetrali adeguatamente coibentate ( $k < 0.4 \text{ W/mqK}$ ) ricoperte con rete portaintonaco sono utili organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso, completi con: pompa di circolazione, sensore di umidità per la funzione di raffrescamento, valvola di sfogo dell'aria;

- sistema radiante a pavimento a bassa temperatura (mandata di 45° C) composto di tubi in polietilene reticolato ad alta pressione protetto rispetto alla penetrazione di ossigeno affogati nel massetto fluidificato, con interasse dei circuiti intensificato in prossimità delle pareti esterne sono utili organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso, completo con collettori di distribuzione giunti di dilatazione, centralina climatica di regolazione, valvole e disaeratore, per una corretta posa è opportuno prevedere sotto il massetto isolamento adeguato per evitare inutile dispersione termica e suddividere il pavimento con giunti elastici per garantire lo strato di finitura;

- preparatore istantaneo di acqua calda per uso sanitario, alimentato a gas, a basamento o da parete, collegato alla valvola di alimentazione del gas e al condotto di evacuazione dei fumi, dotata di bruciatore a bassa emissione di inquinanti;

- contabilizzatore di energia termica per la suddivisione dei costi di gestione per il riscaldamento e/o l'acqua calda sanitaria, composto da integratore elettronico a microprocessore, completo di sonde per la misurazione di energia termica e/o frigorifera della quantità d'acqua in circolazione nell'impianto, di andata e ritorno, con display a cristalli liquidi fornente i dati riguardanti i consumi e l'andamento dell'impianto con protezione tramite back-up, contatore volumetrico per la misurazione della quantità

d'acqua in circolazione nell'impianto completo di turbina ed emettitore di impulsi collegato al microprocessore, sonda di ritorno, predisposto per la lettura telematica e la trasmissione dei dati a distanza, dotato di supporto filettato per l'installazione e manutenzione, tappo di chiusura per il funzionamento dell'impianto anche in assenza del contatore, batteria al litio della durata di 6 anni.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

## **Art. 2.86 Impianti di climatizzazione**

### **Generalità.**

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

L'impianto di climatizzazione è destinato ad assicurare negli ambienti:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata.

La climatizzazione può essere:

- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;
- generale, ossia estiva ed invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente, ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare si fa espresso riferimento

### **Sistemi di climatizzazione.**

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

- 1) mediante impianti « a tutt'aria », in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termoigrometriche tali da assicurare le condizioni previste;
- 2) mediante impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli; tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore, se raffreddanti, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorigeno entro le batterie in questione;
- 3) nei cosiddetti « ventilconvettori » l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore, nei cosiddetti « induttori » l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta « primaria », immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori, avviene:

- o per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- o per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
- o con l'immissione, mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta « primaria » trattata centralmente.

Negli impianti con induttori il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente che da luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente, è aria esterna.

Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano di regola sul solo calore sensibile.

L'impianto di climatizzazione può essere, dal punto di vista gestionale:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli « impianti » ed i « condizionatori autonomi » destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI ed UNI loro applicabili.

### **Componenti degli impianti di climatizzazione**

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali debbono avere attestato di conformità come indicato nell'articolo relativo agli impianti di riscaldamento.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno comunque essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità come indicato nell'articolo relativo agli impianti di riscaldamento.

Inoltre i componenti degli impianti in questione:

- debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione;
- debbono essere in grado di non provocare danni alle persone, o alle cose, se usati correttamente ed assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare: nè gli utilizzatori, nè i terzi.

Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l'eliminazione.

### **Gruppi frigoriferi**

(Denominati " gruppi refrigeratori " se destinati a produrre acqua refrigerata)

Possono essere del tipo:

- che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
- che prevedono l'espansione nella batterie di raffreddamento del fluido frigorifero (batterie ad espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici) e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei cosiddetti gruppi frigoriferi;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio) nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.

Salvo il caso di piccole potenze (5 kw) la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.

Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 l (e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) ed altresì di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi « ad assorbimento » a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

### **Raffreddamento del gruppo frigorifero**

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del « condensatore » nei gruppi azionati meccanicamente, del « condensatore » e « dell'assorbitore » nei gruppi di assorbimento.

Si deve impiegare a tale scopo acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, od altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette « torri di raffreddamento ».

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo). Occorre in ogni caso assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi, mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.

È necessario in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante.

### **Circolazione dei fluidi**

#### **Pompe di circolazione**

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe; sempre per opera di pompe nel caso di condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5 °C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le pompe di raffreddamento ed in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche ed accessori delle pompe si rimanda all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 6.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione, nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

#### **Ventilatori**

Negli impianti di climatizzazione a tutt'aria i ventilatori impiegati per la distribuzione, per la ripresa e per la espulsione dell'aria e negli impianti con apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) dove ogni apparecchio dispone di un proprio ventilatore, oltre al ventilatore centrale nel caso in cui sia prevista l'immissione di aria primaria trattata devono essere utilizzati ventilatori rispondenti alle norme tecniche secondo quanto riportato nell'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 6.

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve inoltre fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.

La potenza assorbita varia ovviamente secondo la portata e prevalenza necessarie; in impianti a tutt'aria la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

### **Distribuzione dei fluidi termovettori**

#### **Tubazioni**

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 7.

Per quanto concerne la climatizzazione estiva la rete di tubazioni comprende:

- le tubazioni della centrale frigorifica;
- la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori;
- nel caso di apparecchi locali:
- la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che comprende:
  - la rete orizzontale principale;
  - le colonne montanti;
  - eventuali reti orizzontali;
  - gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali;
- la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- la rete di sfogo dell'aria.

Di regola la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria; in tal caso vi sono reti separate, a temperatura diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a 4 tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- oppure a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni di cui all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 7, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata debbono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione; va inoltre applicata una valida barriera al vapore, senza soluzioni di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi ed alla coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorifero liquido, fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, debbono essere: a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

#### **Canalizzazioni**

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria, le reti di canali devono permettere:

- negli impianti a tutt'aria:
  - la distribuzione dell'aria trattata;
  - la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.

Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:

- da un unico canale;
- da due canali con terminali per la miscelazione;
- da due canali separati.
- negli impianti con apparecchi locali a ventilazione: la distribuzione di aria primaria.
- negli impianti con apparecchi locali ad induzione: alta velocità per l'immissione dell'aria primaria destinata altresì a determinare l'effetto induttivo.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa si rimanda al punto all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 7

I canali di distribuzione dell'aria debbono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati per evitare apporti o dispersioni di calore; i canali che condottano aria fredda debbono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltre tutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13 °C o maggiore di 16 °C rispetto alla temperatura ambiente.

### **Apparecchi per la climatizzazione**

Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

Sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria, sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella cosiddetta primaria impiegata negli impianti con apparecchi locali.

Il gruppo di trattamento comprende:

- filtri;
- batteria, o batterie, di pre- e/o post-riscaldamento;
- dispositivi di umidificazione;
- batteria, o batterie, di raffreddamento e deumidificazione;
- ventilatore, o ventilatori, per il movimento dell'aria.

Se destinato a servire più zone (gruppo multizone) il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria ed alimentare i vari circuiti di canali previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.

Se destinato a servire un impianto « a doppio canale » la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.

Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto che può essere assai spinto nei cosiddetti filtri assoluti.

I filtri devono poter essere rimossi ed applicati con facilità e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia, o sostituzione.

Le batterie debbono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di «sporcamento » e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.

Il complesso di umidificazione può essere del tipo ad ugelli nebulizzatori alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure (umidificazione adiabatica) con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa ad hoc.

In tal caso deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli ed alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.

Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi. In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso ed aperto.

A monte ed a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione) si debbono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

### **Ventilconvettori**

Possono essere costituiti da una batteria unica alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie: l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata. Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.

La regolazione può essere del tipo « tutto o niente » (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.

In ogni caso l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

#### Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli ciettori ed occorre pertanto che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta aria) onde evitare una rumorosità eccessiva.

Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

#### Espansione dell'acqua nell'impianto

Anche nel caso di acqua refrigerata occorre prevedere un vaso di espansione per prevenire i danni della sia pure limitata dilatazione del contenuto passando dalla temperatura minima ad una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

Al riguardo del vaso di espansione si rimanda all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 9

#### Regolazioni automatiche

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 10

Per quanto concerne la climatizzazione, le regolazioni automatiche impiegate debbono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime espressamente previste.

Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1 °C, soltanto in più, nel riscaldamento;
- di 2 °C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
- del 20 % in più o in meno per quanto concerne l'umidità relativa, sempre che non sia stato previsto diversamente nel progetto.

Ove occorra la regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili ed agibili.

#### Alimentazione e scarico dell'impianto

Si rimanda all'articolo relativo all'impianto di riscaldamento punto 11, con l'aggiunta concernente lo « scarico del condensato»: a servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali) va prevista una rete di scarico del condensato.

Negli apparecchi locali con aria primaria la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12 °C) e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso, tuttavia la rete di scarico si rende parimenti necessaria in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre per le parti destinate a non restare in vista, o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate. Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

#### Impianti di climatizzazione con pompa di calore

Impianti in grado di rovesciare il ciclo spontaneo della trasmissione del calore dai corpi a temperatura più elevata ad altri a temperatura più bassa. Le pompe di calore, utilizzando l'energia elettrica sono in grado trasferire calore da un ambiente a temperatura più bassa (sorgente fredda) ad un ambiente a temperatura più alta (pozzo caldo). Attraverso le fasi di evaporazione, compressione, condensazione ed espansione il compressore trasmette il calore ad un fluido frigorifero sostitutivo del R22 (senza CFC e senza HFC) che, a seconda delle condizioni di pressione e temperatura, assume lo stato liquido o di vapore.

Lo scambiatore di calore è a contatto con il fluido frigorifero ed estrae calore da una "sorgente fredda": il terreno oppure aria o aria.

Le moderne pompe di calore hanno la caratteristica di percepire il medesimo ambiente sia come sorgente fredda sia come pozzo caldo (pompa di calore a ciclo invertibile). Sono utilizzabili tanto in estate che in inverno.

Tecnicamente la pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da uno speciale fluido frigorigeno che, al variare delle condizioni di temperatura e di pressione, assume lo stato liquido o di vapore. Dopo la compressione il fluido cede calore ad un "pozzo caldo": l'aria interna o l'acqua da riscaldare. La pompa di calore produce calore o sottrae calore che viene trasferito per mezzo dell'aria o dell'acqua dai caloriferi, dai ventilconvettori o dai pannelli radianti. A seconda delle combinazioni delle sorgenti fredde disponibili e del fluido (acqua o aria) usato per la distribuzione del calore negli ambienti, si possono avere pompe di calore: aria-aria, aria-acqua, acqua-aria, acqua-acqua, terra-aria e terra-acqua.

La pompa di calore sarà caratterizzata dai dati di efficienza (COP: coefficiente di prestazione), ovvero il rapporto tra energia resa (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia elettrica consumata; utilizzo di energia primaria; definizione delle prestazioni minime in inverno e in estate; sistema di controllo; eventuale accumulo idrico; possibilità di gestione e controllo remoto; cronotermostato; protezioni di sicurezza e sistema di regolazione delle temperature

L'installazione della pompa di calore deve essere effettuata da personale qualificato ai sensi della legge 46/90; ai sensi della L. 10/91, prima dell'inizio dei lavori, va depositato in Comune il progetto delle opere e una relazione tecnica secondo lo schema previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato del 13/12/1993; alla fine dei lavori l'installatore dovrà rilasciare un certificato di regolare esecuzione che deve essere conservato.

### **Impianti di climatizzazione ad energia geotermica**

Impianto ad energia geotermica composto da: sonda geotermica inserita in profondità nel terreno, pompa di calore e sistema di distribuzione del calore all'interno dei locali attraverso apparecchi utilizzatori (impianti a pavimento, pannelli radianti, bocchette di ventilazione, ecc...).

Le sonde immerse nel terreno assemblate a coppie, in tubi di polietilene, fino ad una profondità (da 50 a 150 metri), per dimensioni e quantità variabile in funzione del quantitativo di energia richiesta sono formate da un tubo all'interno del quale circola un fluido glicolato che sottrae calore al terreno. I due tubi delle sonde sono collegati ad un collettore connesso alla pompa di calore.

Il fluido, allo stato gassoso, aspirato all'interno del compressore aziona un motore elettrico e fornisce l'energia meccanica necessaria per comprimere il fluido, determinandone così un aumento di pressione e conseguentemente di temperatura.

Il fluido viene così a trovarsi nelle condizioni ottimali per passare attraverso il condensatore (scambiatore). In questa fase si ha un nuovo cambiamento di stato del fluido, che passa dallo stato gassoso a quello liquido cedendo calore all'aria o all'acqua che sono utilizzate come fluido vettore per il riscaldamento degli ambienti o per la produzione di acqua sanitaria. Il ciclo termina con la sua ultima fase dove il liquido passa attraverso una valvola di espansione trasformandosi parzialmente in vapore e raffreddandosi, riportandosi così alle condizioni iniziali del ciclo.

Si può ottenere uno sfruttamento integrale della risorsa geotermica con il riscaldamento invernale ed il raffrescamento estivo, disponendo di fluidi a 80-110° C che alimentino pompe di calore reversibili, ad assorbimento, con fluidi appropriati.

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di climatizzazione ad energia geotermica devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

**Art. 2.87 Mini generatori eolici**

Aerogeneratori di piccola e media taglia che effettuano la conversione dell'energia meccanica del vento in energia elettrica continua o alternata. Possono ad asse orizzontale oppure ad asse verticale; isolati o in cluster e ancora, essere collegati ad utenze isolate, piccole reti locali (in genere in sistema integrato con motori diesel) o alle reti regionali e nazionali o alimentare direttamente macchine operatrici azionate da motori elettrici. Generatori eolici per sfruttare al meglio venti con intensità medio-alta (20 Km/h di media o superiore anche in località non presidiate) e soglia minima di partenza di circa 4-5 m/s. Adatti per il fabbisogno energetico di baite, rifugi, case isolate dalla rete elettrica, telecomunicazioni, protezione catodica, telecontrollo, pompaggio dell'acqua e molte altre applicazioni. Generatori forniti di dichiarazioni relative a: potenza nominale (W), diametro del rotore, emissione sonora, velocità del rotore e materiale da costruzione e numero e altezza delle pale, posizione dell'asse di rotazione, peso complessivo, velocità del vento per inizio carica (cut-in), tipo di alternatore, energia elettrica prodotta in un mese ad una velocità del vento media di 5.4 m/s, la potenza massima corrispondente ad una velocità del vento di 12.5 m/s anche versione a 230 Vc.a. dotata di inverter per immissione in rete elettrica di energia elettrica alla frequenza di rete. Se il vento raggiunge velocità pericolose, subentra automaticamente il meccanismo per limitare convenientemente la velocità di rotazione delle pale.

Il regolatore di carica separato dal corpo del generatore dotato di raddrizzatori individuali delle 3 fasi; completo di dissipatori per eccesso di corrente, con indicatori luminosi a LED della regolazione di potenza e interruttore freno rotore e stop.

Il sistema si compone di vari elementi, sinteticamente: struttura di sostegno (fondazione, torre e palo), struttura di contenimento (telaio navicella), orientamento, protezione, rotore (generatore elettrico, regolazione, attuazione e freno), quadro di comando, sistema di controllo e regolazione di potenza. Materiali e componenti privi di impatto radioattivo o chimico.

**Art. 2.88 Impianto di ventilazione bilanciata**

Impianto di immissione ed espulsione dell'aria dell'edificio con recupero del calore contenuto nell'aria in uscita dall'abitazione e ceduto all'aria in entrata. Scambiatore ad elevate prestazioni a flusso incrociato dell'aria in uscita con quella in entrata. L'impianto consiste in un apparecchio centrale con due ventilatori, uno scambiatore di calore, un filtro per l'aria viziata e un filtro per l'aria di alimentazione, bocchette con silenziatore per l'aria esterna e di smaltimento, isolamento termico delle condotte d'aria, protezione acustica e protezione antincendio delle strutture. Il sistema distribuisce aria a tutti i singoli locali attraverso valvole di ripresa per l'aria di alimentazione. Manutenzione e pulizia programmata dei filtri, dell'apparecchio centrale di ventilazione, delle griglie per l'aria esterna e dei ventilatori. Un involucro pressoché ermetico è la premessa fondamentale per garantire un ricambio di aria prestabilito tramite un impianto di ventilazione meccanica. edificio. La centrale di ventilazione va utilizzata solo per singole unità di utenza. Le case plurifamiliari richiedono una centrale di ventilazione per ogni unità abitativa. Gli apparecchi non sono dimensionati per ambienti ad uso commerciale. Il flusso dell'aria avviene mantenendo costante il flusso dell'aria entrante e utilizzando motori a basso consumo collocati nell'apparecchio centrale di ventilazione che dovrà soddisfare requisiti come: potenza elettrica assorbita per mc/h di aria convogliata inferiore a 0.45 W; perdite inferiori al 3% del flusso volumetrico nominale; efficienza termica maggiore al 75%; bilanciamento automatico dei flussi in entrata e in uscita; regolazione dei flussi volumetrici; disinserimento dell'impianto; protezione acustica; facile accessibilità agli scambiatori per la pulizia; commutazione antigelo.

Il luogo d'installazione della centrale di ventilazione deve soddisfare i seguenti requisiti: ubicazione all'interno dell'involucro isolato dell'edificio; breve distanza dalla griglia per l'aria esterna o dallo

scambiatore geotermico; breve distanza dalla griglia per l'aria di smaltimento distribuzione favorevole dei canali dell'aria di alimentazione e dell'aria viziata; allacciamento al sistema di scarico delle acque (smaltimento della condensa); accessibilità per lavori di manutenzione; scarico della condensa con sifonamento semplice.

Le soluzioni di protezione antigelo prevedono scambiatori geotermici inseriti a monte o registri elettrici di preriscaldamento nella condotta dell'aria esterna. Gli scambiatori geotermici consistono in: rete di tubi in PE con diametro di circa 200 mm posati ad una profondità di 1- 1.5 metri, con pendenza minima 2-3% (inclinati verso l'edificio) per il flusso dell'aria (velocità dell'aria interna non superiore a 1.5 m/s), proveniente da prese d'aria esterne (collocate 1 metro sopra il livello del terreno in zone prive di odori e sostanze nocive), dotati di scarico condensa, ispezione e serranda di by-pass. La realizzazione dell'impianto sarà preceduta da una progettazione specifica dell'impianto completa di schema distributivo, adattato alla planimetria dei locali, che individua: copertura del fabbisogno di calore, determinazione delle quantità di aria di alimentazione e prelevamento, suddivisione delle unità di potenza, centrali di ventilazione, bocchette per aria esterna dimensionamento dei canali di ventilazione, valutazione delle perdite di carico, calcolo acustico, bilanciamento dei piani, elenco dei materiali, rete di canali per la distribuzione aria di alimentazione e rete di canali per il prelevamento dell'aria viziata (silenzianti, filtri, registri, diffusori, riduttori, giunti).

Tutti i componenti destinati alla ventilazione bilanciata dei locali debbono avere attestato di conformità come indicato nell'articolo relativo agli impianti di riscaldamento.

I componenti degli impianti di ventilazione bilanciata dovranno comunque essere conformi alle norme di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità come indicato nell'articolo relativo agli impianti di riscaldamento.

Inoltre i componenti degli impianti in questione:

- debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione;

- debbono essere in grado di non provocare danni alle persone, o alle cose, se usati correttamente ed assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare: nè gli utilizzatori, nè i terzi.

Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l'eliminazione.

In conformità alla legge n. 46 del 5 marzo 1990, gli impianti di ventilazione bilanciata devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

### **Art. 2.89      Impianto solare termico**

L'impianto solare termico è un sistema di produzione di energia termica mediante conversione diretta della radiazione solare, in calore; esso è costituito da uno o più circuiti indipendenti. I sistemi solari sono classificati dagli standard EN in due categorie; "Factory Made" ossia impianti tipo "prodotto" e impianti "Custom Built" assemblati in loco con componenti anche forniti da diversi produttori. L'impianto sarà realizzato con collettori solari a pannelli sulla base di un progetto che considera e simula differenti dati relativi a: calcolo della radiazione disponibile secondo quanto stabilito dalle norme UNI 8477 e UNI 10349 (oppure dai dati dell'Atlante Europeo della Radiazione Solareo da pubblicazioni a cura dell'ENEA, numero delle utenze, superficie, orientamento e inclinazione del tetto disponibile, il fabbisogno di acqua calda giornaliero (per uso sanitario e per uso da riscaldamento), la temperatura richiesta e la temperatura dell'acqua fredda disponibile, durata dei periodi di maltempo, fabbisogno di acqua calda, capacità del bollitore, superficie dei collettori, ecc. Resa termica calcolata secondo le norme UNI 8477 ed EN 12976-2 e mediante programmi di simulazione.

Gli impianti solari termici dovranno in generale rispettare la prescrizioni delle norme EN 12975-1, EN 12976-1, EN12977-1.

In materia di qualità di componenti e materiali installati la certificazione dovrà contenere la curva di efficienza e quella delle perdite di carico, ottenute secondo lo Standard ISO 9806 – 1 per i collettori vetrati e ISO 9806 – 3 per quelli scoperti. Nella documentazione dovrà essere chiaramente indicata l'area di riferimento utilizzata per l'ottenimento della curva di efficienza. A partire dal 1 Gennaio 2004 il collettore ed i sistemi nel loro complesso devono essere conformi a quanto richiesto nei "General Requirements" delle norme EN e dovranno essere testati in accordo ai "Test Methods" prescritti dagli stessi Standard (si fa presente che per i collettori oltre a richiedere le prove di efficienza e perdite di carico, le norme EN prescrivono tutta una serie di prove atte a testare la resistenza del collettore alle sovrappressioni e sovra temperature, agli shock termici, all'invecchiamento, alle azioni del vento, ai sovra carichi dovuti alla neve e agli effetti della grandine etc.). Il laboratorio esecutore delle prove dovrà essere necessariamente accreditato. A partire dal 1 Gennaio 2004 tutte le aziende produttrici dovranno aver avviato la pratica di certificazione ISO9000 (VISION 2000) e dovranno essere certificati comunque entro il 31/12/2004. Gli equipaggiamenti di sicurezza: le valvole di sicurezza utilizzate devono essere idonee alle condizioni operative del sistema.

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti solari termici sono:

- Legge n°10 del 09/01/1991: " Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n° 412 del 26/08/1993: "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici";
- Legge n° 46 del 05/03/1990:" Norme per la sicurezza degli impianti";
- D.P.R. n° 447 del 06/12/1991:"Regolamento di attuazione della legge 5 Marzo 1990, n°46, in materia di sicurezza degli impianti";
- D.L. n° 626 del 19/04/1994:" Attuazioni delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D.P.C.M. del 01/03/1991:"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.L. 2 Aprile 1998 del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato "Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi"
- Norme, Decreti, Leggi, Disposizioni, etc. , emanate da ogni autorità riconosciuta ( UNI, CEI; ISPESL, ecc.) direttamente o indirettamente interessata ai lavori.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamate, dovranno essere applicate.

#### Composizione degli impianti

L'impianto è sostanzialmente composto da: collettore, serbatoio di accumulo, gruppo di circolazione e controllo, staffe per il sostegno dei collettori, tubazioni interne ed esterne e integrazione della CT.

#### - Collettore

Dovrà avere una superficie pari a circa 2-5 mq (a seconda del numero di utenti dell'unità abitativa servita) con cassa in lega metallica non ferrosa resistente alla corrosione, isolamento interno, collettore a tubi di rame, assorbitore in alluminio con superficie selettiva ad alto rendimento, vetro antigrandine di copertura del collettore a struttura prismatica temperato, spessore minimo 4 mm. Intercapedine radiale totale di scambio termico in acciaio inox, isolamento termico con materiali naturali durevoli, rivestimento esterno in lega metallica non ferrosa (rame, leghe di alluminio, inox, ecc.) resistente alla corrosione. Raccorderia esterna in ottone, inox o rame. Guarnizioni di tenuta in grafite o altro materiale naturale durevole. Compresa la definizione della portata e dei salti di temperatura tra la tubatura di andata e la tubatura di ritorno per singolo collettore o per collettori sistemati in parallelo.

- Serbatoio di accumulo coibentato

Fornitura e posa in opera di serbatoio di accumulo che immagazzina il calore ricevuto dal fluido termovettore nell'acqua calda sanitaria in esso contenuta, mediante apposito scambiatore termico, completo con valvole di sicurezza.

La capacità del serbatoio è dimensionata in funzione del fabbisogno di acqua calda giornaliera o plurigiornaliera, in ragione di l 45-50 circa a persona al giorno. Nel serbatoio di accumulo tipo "solare" l'isolamento termico è di consistente spessore, per ridurre le dispersioni notturne, mentre lo scambiatore termico ha elevate superfici di scambio per ottenere uno scambio termico consistente anche a temperature medio basse del fluido. Lo scambiatore può avere configurazioni diverse:

a) a intercapedine cilindrica avvolgente il corpo, adatto per piccoli serbatoi fino a l 200;

b) a serpentino interno fisso o serpentino immerso;

c) a serpentino interno flangiato estraibile.

Il serbatoio di accumulo è costituito da: corpo di contenimento metallico con attacchi idraulici e per sonde; isolamento termico a elevata efficienza; scambiatore termico immerso unico o doppio. Dovrà essere corredato di flangia per la pulizia periodica, valvola di sicurezza per la pressione massima e per la temperatura massima dell'acqua in uscita, valvola di sicurezza e non ritorno all'ingresso dell'acqua fredda, resistenza elettrica completa di termostato e condensatore. Per i soli sistemi costruiti "in loco": indicatore di temperatura dell'acqua calda sanitaria. La temperatura massima di esercizio non dovrebbe superare i 140 °C e la pressione massima di esercizio di almeno 6 bar. L'isolamento dei serbatoi dovrà essere conforme al DPR 412/93.

- Gruppo di circolazione e controllo

Fornitura e posa in opera di gruppo di circolazione e controllo. Il gruppo induce la circolazione forzata del fluido termovettore nel circuito primario collettori-serbatoio o collettori-scambiatore, mediante pompa circolatore controllata da termostato differenziale e due sonde (sonda collettore e sonda serbatoio). Il gruppo è costituito da: pompa circolatore a bassa prevalenza, portata adeguata alla superficie captante installata (in ragione di 40-60 It/h.m<sup>2</sup>), adatta per fluidi antigelo; termostato di controllo differenziale a due sonde (termoresistenza PT100 o diodo o termocoppia), con differenziale regolabile, led di controllo, eventuale misuratore di portata, triac o relais di comando; vaso di espansione chiuso o aperto, dimensionato in funzione della capacità idraulica del circuito. Dovranno restare fino a temperature di 120 °C e alle pressioni massime di esercizio.

- Staffe per il sostegno dei collettori

Fornitura e posa in opera di staffe per collettori solari. Le staffe svolgono funzione sia di sostegno che di ancoraggio dei collettori alla struttura di appoggio. A tale scopo possono avere configurazione sia standard, cioè adattabile a qualsiasi appoggio, che specifica per essere ancorate alle diverse strutture di appoggio e cioè a tegole in laterizio (dei diversi tipi più comuni), tegole in materiale bituminoso o sintetico, coperture piane in genere, terreno ecc. Le staffe sono costituite da elementi profilati metallici di acciaio a sezione aperta o chiusa. Le connessioni sono realizzate mediante saldatura a caldo o bullonata zincata. Le diverse tipologie costruttive e i materiali impiegati determinano la classe di qualità e di costo. Attacco a coperture piane. Le staffe potranno anche essere realizzate, su disegno esecutivo elaborato dall'Impresa appaltatrice secondo le indicazioni fornite dal Progetto ovvero secondo le disposizioni impartite dalla DL, con profilati in lamiera e zinco senza saldature, avere una inclinazione paria circa 25-35°, bloccati con bulloneria zincata e mai zancati al pavimento della copertura del fabbricato.

Per la struttura di sostegno deve essere specificato il carico massimo dovuto alla neve o all'azione del vento. Le dimensioni, il numero ed il peso dei sistemi di pannelli solari installati devono risultare compatibili alle caratteristiche dimensionali e strutturali del manufatto oggetto dell'intervento.

In particolare:

- i carichi derivanti dai suddetti sistemi devono garantire la stabilità del solaio di copertura;

- il fissaggio dei sistemi solari deve conservare l'integrità della copertura esistente ed escludere il rischio di ribaltamento da azioni eoliche, anche eccezionali, da sovraccarichi accidentali e deve garantire l'impermeabilizzazione della superficie di appoggio.

- Tubazioni

Dovranno essere realizzate in rame, opportunamente coibentate al fine di prevenire i danni da gelo, con idonea protezione di tale isolante dagli agenti atmosferici. Le uscite di tali tubazioni dovranno essere realizzate in orizzontale onde evitare eventuali infiltrazioni d'acqua. Le tubazioni devono avere le seguenti caratteristiche: resistenza alla temperatura tra  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $200^{\circ}\text{C}$ , resistenza alla pressione del sistema, resistenza agli attacchi chimici del fluido termovettore. Possono essere impiegati: tubi di acciaio nero senza giunture o saldati, zincati o tubi di rame. Nel caso di impiego di tubi in acciaio zincato a contatto con elementi in rame è necessario provvedere all'inserimento di giunti dielettrici per evitare il contatto diretto.

E' possibile l'uso di tubi in materiale sintetico purché siano compatibili con le sovra pressioni e sovra temperature che possono insorgere nell'impianto E' importante che per tutte le parti del circuito primario sia verificata la resistenza contro il glicole e la resistenza temporanea alle temperature fino a  $160^{\circ}\text{C}$ . Tutte le tubazioni della rete idraulica devono essere coibentate in modo rispondente alle leggi vigenti e alle normative tecniche UNI. Il riferimento principale è il DPR 412, Tabella 1 dell'allegato B che prescrive lo spessore minimo dell'isolante da adottare per i tubi correnti in centrale termica, in cantine, in cunicoli esterni, in locali non riscaldati.

Per i tubi posti all'interno dell'isolamento termico delle pareti perimetrali dell'involucro edilizio gli spessori minimi di tale tabella possono essere moltiplicati per 0.5.

Per i tubi correnti all'interno di strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori minimi di tale tabella 1 possono essere moltiplicati per 0,3. Le condotte dal collettore allo scaldacqua devono essere il più possibile brevi al fine di contenere le perdite termiche. Gli isolanti devono sopportare per brevi periodi temperature fino a  $160^{\circ}\text{C}$ .

Gli isolanti dovranno essere resistenti ai raggi ultravioletti. Si consiglia di avvolgere l'isolante in un mantello, capace di proteggerlo dalle infiltrazioni di acqua e dai raggi ultravioletti. Lo strato di rivestimento dovrà essere resistente ad azioni meccaniche esterne (ad esempio all'azione di uccelli, topi, insetti).

Le tubazioni interne di collegamento dell'impianto di acqua calda delle unità abitative al boiler solare dovranno uscire il più possibile vicino agli attacchi dello stesso e, comunque, alle uscite più vicine ai boiler si dovranno collegare gli impianti dei piani più bassi, al fine di livellare la lunghezza delle tubazioni.

- Integrazione della CT

Dovrà essere previsto un adeguato numero di collettori solari ad integrazione della centrale termica per il riscaldamento degli alloggi ove previsto nel Progetto o negli atti d'Appalto.

- Impianto utilizzatore

Per ciò che riguarda gli impianti utilizzatori valgono le seguenti prescrizioni:

1) gli impianti solari termici destinati alla produzione di acqua calda sanitaria dovranno essere dotati di valvola miscelatrice termostatica per contenere la temperatura di utilizzo al di sotto dei limiti prescritti dal DPR 412/9;

2) gli impianti solari termici destinati al riscaldamento degli ambienti dovranno essere obbligatoriamente collegati ad un impianto di riscaldamento a bassa temperatura come pannelli radianti a pavimento o a parete o sistemi di riscaldamento ad aria (temperatura di esercizio inferiore a  $45^{\circ}$ ).

Si consiglia infine di adottare, quando possibile, insieme all'installazione degli impianti solari termici, misure di risparmio energetico quali ad esempio l'utilizzo di caldaie a condensazione, di sistemi solari passivi per la riduzione dell'energia necessaria per il riscaldamento e/o il raffrescamento di ambienti, di dispositivi di copertura del pelo libero dell'acqua delle piscine nei momenti di non utilizzo, etc.

#### - Monitoraggio

Per i sistemi factory a circolazione naturale e per i sistemi a circolazione forzata di taglia inferiore ai 20 mq si potrà installare lato utenza un contabilizzatore di calore. Per i sistemi di taglia superiore ai 20 mq potranno essere montati sull'impianto due contabilizzatori di calore, il primo lato campo solare per misurare l'energia estratta dai pannelli e il secondo lato utilizzo per misurare l'energia fornita all'utilizzatore.

#### - Certificazione collaudo dell'impianto e garanzie

I sistemi solari da installare dovranno essere progettati e realizzati secondo gli standards di qualità certificata vigente e muniti di garanzia per un periodo di 10 anni fornita dal produttore. L'impianto dovrà essere collaudato secondo la normativa vigente (UNI 9711) da parte di un tecnico competente iscritto ad albo professionale. L'intero impianto e le relative prestazioni di funzionamento devono godere di una garanzia non

inferiore a due anni a far data dal collegamento alla rete dell'impianto stesso, mentre i collettori solari devono essere garantiti dal produttore per almeno 5 anni e per i bollitori almeno 5 anni.

#### Tipologie di collettori

Potranno essere previste in alternativa secondo le indicazioni di progetto anche le tipologie dei collettori sottovuoto ovvero a lame d'acqua o vetrati piani modulari.

#### - Collettori sottovuoto

I collettori solari a tubo di calore (heat-pipe) sottovuoto potranno essere del tipo:

A) con piastra in rame ricoperta da ossido di titanio non dannoso per l'ambiente, collettore coibentato con scambiatore in rame, telaio per l'installazione a filo tetto in acciaio inox, completi di raccorderia idraulica ed accessori, muniti di certificazione sulla resa termica con test nel vento a norma ISO-EN redatta da laboratorio di ricerca qualificato, a moduli di superficie captante pari a 2-3 mq: a) con scambiatore a secco (autolimitazione della massima temperatura a 135-140 °C); b) con scambiatore immerso (autolimitazione della massima temperatura a 135-140 °C); c) con scambiatore immerso (autolimitazione della massima temperatura a 85-90 °C);

B) con piastra in rame ricoperta da ossido di titanio non dannoso per l'ambiente a scambio diretto nel sottovuoto, collettore coibentato con scambiatore in rame, telaio per l'installazione a filo tetto in acciaio inox, completi di raccorderia idraulica ed accessori, muniti di certificazione sulla resa termica con test nel vento a norma ISO-EN redatta da laboratorio di ricerca qualificato, a moduli di superficie captante pari a 2-3 mq.

Potranno essere previste anche installazioni piane ovvero su superfici molto o poco inclinate e verticali, sempre tramite opportune staffe in acciaio inox.

L'impianto dovrà essere dotato di apposita centralina elettronica di controllo del sistema nei diversi tipi secondo le indicazioni di Progetto: A) con lettura delle temperatura al collettore, al bollitore ed all'uscita dello scambiatore, visione e controllo della minima temperatura cui il circolatore deve avviarsi, visione e controllo del delta termico necessario per consentire l'avvio del circolatore rispettata la minima sopracitata, completa di pompa di circolazione, manometro, limitatore di portata, valvola di carico, valvola di non ritorno, valvola di sicurezza a 2,5 bar, n. 3 sonde e relativi alloggi sonda, raccorderia idraulica ed accessori, in grado di comandare il circuito primario su due bollitori, completa di vaso d'espansione; A1) con lettura delle temperatura al collettore, al bollitore e del delta termico completa di n. 3 sonde e relativi alloggi sonda (collettore, bollitore, ritorno), in grado di comandare il circuito primario su due bollitori; B) con lettura delle temperature al collettore, al bollitore ed all'uscita dello scambiatore con display grafico a cristalli liquidi con memoria delle temperature registrate giornalmente al collettore, al bollitore e l'energia guadagnata per le n. 8 settimane precedenti, completa di pompa di circolazione, manometro, limitatore di portata, valvola di carico, valvola di non ritorno, valvola di sicurezza 2,5 bar, n. 3 sonde e relativi alloggi sonda, raccorderia idraulica ed accessori, in grado di comandare il circuito primario su due bollitori e su uno scambiatore a piastre, completa di vaso d'espansione; B1) con lettura delle temperature al collettore, al bollitore e del delta termico con

display grafico a cristalli liquidi con memoria delle temperature registrate giornalmente al collettore, al bollitore e l'energia guadagnata per le n. 8 settimane precedenti, completa di n. 3 sonde e relativi alloggi sonda (collettore, bollitore, ritorno), in grado di comandare il circuito primario su due bollitori e su uno scambiatore a piastre.

Dovrà essere inoltre prevista una pompa in cascata per il secondo circuito.

Dovranno essere previsti idonei sistemi di protezione e/o di copertura dei collettori per i periodi di mancato utilizzo al fine di ridurre o evitare l'irraggiamento.

- Collettori a lame d'acqua (corpo nero)

Il pannello del tipo modulare a riquadri prestampati non vetrato (formato standard pari a circa 200×100 cm, spessore 2-3 mm) per la copertura "a tetto solare" di vaste superfici dovrà essere realizzato con saldatura a resistenza di due lamiere prestampate in acciaio inox al cromo-nichel austenitico dello spessore min. pari a 0,5 mm.

La superficie selettiva dovrà essere costituita da uno strato di cromo nero elettrolitico con coefficiente di assorbimento > 0,90 e coefficiente di emissione < 0,20.

Il corpo nero a lame d'acqua dovrà avere almeno il 95% della superficie esposta a contatto diretto con l'acqua che avrà pressione massima di esercizio pari ad almeno 4 bar.

La certificazione sulla resa termica dovrà essere effettuata con test a norma ISO-EN redatta da laboratorio di ricerca qualificato.

L'installazione potrà essere effettuata con i più opportuni accorgimenti sulle diverse tipologie di strutture in copertura. I pannelli modulari non vetrati dovranno essere fissati su filiere d'alluminio per mezzo di profilati garantendo - al contempo - l'impermeabilità.

Dovranno essere previsti idonei sistemi di protezione e/o di copertura dei collettori per i periodi di mancato utilizzo onde evitare o ridurre l'irraggiamento.

- Collettore vetrato piano modulare

Il collettore del tipo modulare vetrato piano deve costituire a tutti gli effetti un sistema di copertura.

Il collettore, costituito da singole strisce di definita larghezza ed altezza e di lunghezza illimitata, dovrà permettere di ottenere superfici continue delle più svariate dimensioni semplicemente tramite opportuno aggancio dei vari moduli tra di loro.

Le superfici così realizzate dovranno essere a perfetta tenuta di pioggia garantendo altresì prestazioni di resistenza strutturale proprie dei manti di copertura.

Per superfici di collettore superiori ai 5-6 mq il circuito idraulico dovrà essere sdoppiato al fine di garantire un adeguato smaltimento del calore raccolto. Saranno realizzate opportune entrate ed uscite del fluido di scambio termico senza interrompere la continuità della superficie del collettore. Sarà pertanto possibile anche suddividere un'unica superficie di collettore per più utenti.

Il collettore sarà costituito da un estruso in alluminio o altro materiale di analoga alta qualità. L'assorbitore, contenuto al suo interno, sarà realizzato completamente con profilo di alluminio estruso protetto nella parte superiore da trattamento ad alto potere assorbente e comprenderà la tubazione per il liquido di scambio termico.

L'isolamento termico sarà garantito nella parte inferiore da alcune camere ricavate direttamente nel profilo estruso e da uno strato di sughero o canapa di adeguato spessore (min. 2,5 cm) e da una superficie riflettente.

La parte superiore del collettore sarà protetta da un vetro temprato di spessore min. 4 mm del tipo ad alta trasparenza resistente alla grandine.

L'installazione dovrà avvenire con i più idonei mezzi direttamente ai diversi tipi di supporto costituenti le coperture.

La certificazione sulla resa termica dovrà essere effettuata con test a norma ISO-EN redatta da laboratorio di ricerca qualificato.

Il collettore dovrà essere munito di garanzia per un periodo minimo di 10 anni fornita dal produttore.

I pannelli dovranno essere muniti di garanzia per un periodo minimo di 10 anni fornita dal produttore

### Sistemi di circolazione

Gli impianti si distinguono in base al sistema di circolazione del fluido termovettore circolante: naturale o forzata.

Impianti solare a circolazione naturale:

- Impianto solare a circolazione naturale con scambio diretto (circuito idraulico singolo)

Impianto termico solare integrato (kit completo) costituito da collettori solari piani e da serbatoi di accumulo dell'acqua calda sanitaria posto a quota superiore al collettore, nel quale il calore generato nel collettore viene trasmesso mediante convezione naturale del fluido circolante nel collettore. Il serbatoio può essere dotato o meno di scambiatore, nel secondo caso l'utilizzo è limitato ai periodi dell'anno in cui non si verifichi rischio di gelo. Compresi test di efficienza dell'impianto eseguito da un ente riconosciuto. Escluso: eventuale caldaia di integrazione termica.

- Impianto solare a circolazione naturale con scambiatore (circuito idraulico doppio)

Fornitura e posa in opera di impianto termico solare integrato (kit completo) costituito da collettori solari piani e da serbatoi di accumulo dell'acqua calda sanitaria posto a quota superiore al collettore, nel quale il calore generato nel collettore viene trasmesso mediante convezione naturale del fluido circolante nel collettore. Il serbatoio può essere dotato o meno di scambiatore, nel secondo caso l'utilizzo è limitato ai periodi dell'anno in cui non si verifichi rischio di gelo. Compresi test di efficienza dell'impianto eseguito da un ente riconosciuto. Escluso: eventuale caldaia di integrazione termica.

Impianti solare a circolazione forzata:

- Sistema solare a circolazione forzata, con scambiatore nel serbatoio o esterno

Impianto termico solare integrato, costituito da collettori solari piani, vetro antigraffio temperato singolo oppure doppio di composizione dichiarata, collegamenti elettrici, gruppo di circolazione e controllo e da serbatoio di accumulo dell'acqua calda sanitaria collocato in posizione indifferente; possibilmente in locale interno nei pressi della caldaia di integrazione. Il calore generato nel collettore viene trasmesso nel serbatoio mediante pompa-circolatore che forza il fluido circolante nel collettore; nei casi in cui il serbatoio non sia dotato di scambiatore, l'utilizzo è limitato ai periodi in cui è escluso il rischio di gelo. Completati di: protezione antigelo del sistema e dichiarazione della temperatura minima di funzionamento, pompa di carico, eventuale protezione contro le scariche atmosferiche e valvole di sfiato. Compresi test di efficienza dell'impianto. Escluso: eventuale caldaia di integrazione termica.

### **Art. 2.90      Micro impianti idroelettrici**

Impianti idraulici, di potenza inferiore a 500 kW e tensione nominale 110 Vcc, che sfruttano l'energia potenziale meccanica contenuta in una portata di acqua (la massa d'acqua che fluisce attraverso la macchina espressa per unità di tempo) che si trova disponibile ad una certa quota rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. Queste in genere appartengono alle tipologie Francis o Pelton per gli impianti con maggiori salti e, nel campo delle portate più elevate e dei salti contenuti, le turbine dette Banki-Mitchell. I sistemi idrici a cui si adattano gli impianti di piccola taglia sono: acquedotti locali o reti acquedottistiche; sistemi di canali di bonifica o irrigui; circuiti di raffreddamento di condensatori di impianti motori termici; canali o condotte di deflusso per i superi di portata. Impianti con valori dichiarati di: potenza erogata, corrente massima, tipologia del generatore elettrico, energia elettrica prodotta.

L'installazione di impianti idroelettrici deve essere effettuata da personale qualificato ai sensi della legge 46/90; alla fine dei lavori l'installatore dovrà rilasciare un certificato di regolare esecuzione che deve essere conservato.

**Art. 2.91 Sistema fotovoltaico isolato**

Sistema fotovoltaico (FV) isolato (stand-alone) per la conversione della radiazione solare diretta e diffusa in energia elettrica e per l'accumulazione di carica elettrica al fine di renderla disponibile in qualsiasi momento e in quantità garantite. Il sistema è costituito essenzialmente da: modulo fotovoltaico, staffe di sostegno e ancoraggio, quadro di campo, regolatore di carica, accumulatore semistazionario, inverter asincrono da CC a CA (eventuale). L'efficienza globale di conversione del sistema è in media del 11-12%.

I moduli fotovoltaici possono essere costruiti con celle di silicio mono-cristallino, silicio poli-cristallino o silicio amorfo (film sottile) che hanno diversa efficienza di conversione tipica variabile tra 5 e 15%. I moduli sono connessi in serie se la tensione di accumulo richiesta è superiore a 12 Vcc e in parallelo per sommare le correnti di carica. Le staffe di sostegno sono calcolate per il peso proprio e per l'ancoraggio in presenza di vento. Il quadro di campo viene installato se le stringhe sono più di una; esso contiene i selezionatori di stringa e gli scaricatori verso terra. Il regolatore di carica è del tipo serie o shunt, dimensionato per la corrente massima di carica e settabile a seconda del tipo di batteria (piombo acido o gel). La sezione di accumulo può avere uno o più accumulatori del tipo semistazionario, a celle multiple o singole, collegati in serie e/o in parallelo per raggiungere le tensioni e le correnti scelte di accumulo.

L'inverter viene installato nel caso siano richieste alimentazioni di utenze in corrente alternata; esso è di tipo asincrono con uscita di frequenza stabilizzata.

**Modulo fotovoltaico**

Componente elettrico solare a celle in silicio (es. monocristallino) per la produzione di energia elettrica mediante la conversione fotoelettrica della radiazione solare diretta e diffusa incidente sul piano del modulo. Al variare della intensità della radiazione solare il modulo fornirà tensione pressoché costante e corrente continua direttamente proporzionale alla intensità della radiazione incidente. Deve essere garantito come componente ad elevata efficienza estremamente durevole nel tempo e inalterabile agli UV, con costanza di resa elettrica dell'ordine di decine di anni, normalizzato e omologato secondo norme CE o IEEE per quanto riguarda prestazioni, condizioni di esercizio, durabilità. Il modulo è costituito essenzialmente da: vetro temperato antigraffio spessore mm3, celle FV in silicio monocristallino dello spessore di 3/10 di mm; incapsulazione entro polimero termofuso EVA (etilvinil-acetilene) trasparente applicato come sigillante dei contatti tra le celle; chiusura posteriore con film di Tedlar o altro poliestere opaco; cornice in alluminio anodizzato e/o tropicalizzato o in acciaio inox o frameless (senza telaio) per applicazioni di particolare rilevanza architettonica (facciate continue o rivestimenti) con incapsulazione tra due vetri temperati; scatola di connessione stagna IP65. Modulo caratterizzato da: potenza nominale  $W_p$  (Watt di picco sotto irraggiamento standard di 1000W, spettro solare tipico) e tensione nominale di lavoro e certificazioni IEC 61215. Il modulo deve essere installato su superfici non ombreggiate e dimensionato in base a: localizzazione, accessibilità del sito di installazione, orientamento, inclinazione, radiazione solare disponibile, analisi di carico previsto, consumo elettrico annuo, perdita di rendimento, temperature di esercizio.

**Modulo fotovoltaico con celle di silicio amorfo o a film sottile**

Celle in silicio amorfo a base di tellurio di cadmio stese a film sottile su supporto opaco o trasparente, che può essere cristallo o anche poliestere flessibile. Efficienza di conversione tipica: min 6%, max 8-9%.

Deve essere garantita elevata efficienza anche sotto spettro solare di irraggiamento ricco di radiazione infrarossa, tipico delle prime e delle ultime ore del periodo di insolazione. Modulo caratterizzato da: potenza nominale  $W_p$  (Watt di picco sotto irraggiamento standard di 1000W, spettro solare tipico) e tensione nominale di lavoro e certificazioni IEC 61646. Il modulo deve essere installato su superfici

non ombreggiate e dimensionato in base a: localizzazione, accessibilità del sito di installazione, orientamento, inclinazione, radiazione solare disponibile, analisi di carico previsto, consumo elettrico annuo, perdita di rendimento, temperature di esercizio, ecc.

### **Staffe di sostegno per moduli fotovoltaici**

Le staffe svolgono funzione sia di sostegno che di ancoraggio dei collettori alla struttura di appoggio. A tale scopo possono aver configurazione sia standard, cioè adattabile a qualsiasi appoggio, che specifica per essere ancorate alle diverse strutture di appoggio e cioè a coperture in genere, terreno ecc. Le staffe sono costituite da elementi profilati metallici di acciaio e sezione aperta o chiusa. Le connessioni sono realizzate mediante saldatura a caldo o bullonatura zincata

### **Quadro di campo per parallelo di stringhe, con protezioni**

Fornitura e posa in opera di componente elettrico per impianti FV di medie e grandi dimensioni, atto a svolgere le seguenti funzioni: connessione in parallelo delle stringhe di serie dei moduli FV; selezione manuale delle stesse; protezione delle linee di calata da extratensioni accidentali per scariche atmosferiche o per corto circuito. Il quadro di campo è costituito essenzialmente da: scatola stagna autoestingente con sportello apribile incernierato ; barra bipolari di parallelo con morsetti, sezionatori mono o bipolari manuali sottotensione fusibili; scaricatori a gas o a variatori su ciascun polo.

### **Regolatore di carica per accumulatori**

Fornitura e posa in opera di componente elettrico per impianti fotovoltaici di qualsiasi dimensione, atto a controllare il flusso di carica dai moduli agli accumulatori, nonché a ottimizzare la resa istantanea dei moduli in funzione dell'irraggiamento solare. Il regolatore di carica ha essenzialmente 3 sezioni circuitali, ingresso moduli, controllo carica accumulatore e controllo carico. Il circuito di ingresso rileva le tensioni operative del modulo e regola l'impedenza di carico, il circuito di controllo di carica controlla la connessione quando l'accumulatore è scarico e la disconnessione a carica avvenuta, il controllo del carico disconnette quest'ultimo in caso di assorbimento eccessivo. Le diverse tipologie costruttive e i materiali impiegati, nonché le prestazioni energetiche certificate, determinano la classe di qualità e di costo del sistema.

### **Accumulatore semistazionario per impianti fotovoltaici**

Fornitura e posa in opera di componente elettrico per impianti fotovoltaici atto ad accumulare l'energia elettrica in corrente continua. L'accumulatore stazionario per impianti fotovoltaici è costituito per basse correnti di carica-scarica e per lunga durata di vita. E' disponibile nelle tipologie costruttive di cella singola ( tensione nominale 2.0 Vcc circa) o batteria di 6 celle (tensione nominale 12.0 Vcc circa). Gli accumulatori si differenziano per il tipo di elettrolita, al piombo-acido o al gel, e per la sigillatura, aperti (con emissione di vapori) o sigillati (a ricombinazione di gas o al gel). I tipi a ricombinazione hanno tappi speciali che recuperano l'idrogeno e l'ossigeno che si formano durante la fase di ricarica e li ricombinano, riducendo drasticamente il consumo di acqua distillata e i rabbocchi. La cella accumulatrice o la batteria di accumulatori viene dimensionata per ogni impianto in funzione della quantità di energia giornaliera da accumulare, ed è caratterizzata dalla capacità nominale per scarica a 20 ore (Ah20) o a 100 ore (Ah100) e dalla tensione nominale (Vcc).

La capacità totale viene dimensionata in funzione della energia captata e dalla riserva di accumulo da rendere disponibile nei giorni successivi senza sole, curando di evitare la scarica a fondo (min 30%). Con dichiarazioni in materia di tempo di vita attesi, tenuta a i cicli di accumulo, ecc.

### **Inverter asincrono per impianti FV isolati**

Fornitura e posa in opera di componente elettronico per impianti fotovoltaici isolati (stand-alone) atto

alla conversione dell'energia elettrica da continua in alternata, per l'alimentazione di utenze a 220 Vca singole o collettive. L'inverter asincrono è costituito essenzialmente da: sezione di ingresso in CC da accumulatori, sezione generale dell'onda pseudosinusoidale corretta (o sinusoidale) da generatore interno asincrono, sezione di potenza con elevazione di tensione alternata. L'inverter svolge le seguenti funzioni: inseguimento del punto di massima potenza dei moduli (MPPT), trasformazione della energia elettrica da corrente continua ad alternata mediante elevazione con trasformatore separatore galvanico a frequenza stabilizzata a 50Hz (con trasformatore pesante e ingombrante) o ad alta frequenza di 25 kHz circa (trasformatore leggero ad alta efficienza, sezione di uscita in corrente alternata con protezioni per sovraccarico). La forma d'onda di uscita può essere pseudosinusoidale corretta (più economico ma non adatta per utenze con monitor: TV, PCs, apparecchi elettronici) o sinusoidale pura. Il funzionamento è controllabile a distanza mediante unità remote collegate via cavo o via linea elettrica a onde convogliate. L'inverter è in genere monofase mentre si utilizzano tre inverter (uno per fase) negli impianti fotovoltaici per alimentazione trifase. L'inverter per FV stand-alone è dimensionato in funzione della potenza nominale delle utenze in CA da alimentare e della tensione di ingresso in CC dagli accumulatori (es. 12, 24, 48, 96 Vcc).

#### **Art. 2.92 Sistema fotovoltaico connesso alla rete (grid connected)**

Sistema fotovoltaico (FV) connesso alla rete (grid connected) per la conversione della radiazione solare diretta e diffusa in energia elettrica e l'immissione in rete della energia elettrica prodotta dall'impianto FV. Il sistema è costituito essenzialmente da: modulo fotovoltaico, staffe di sostegno e ancoraggio, quadro di campo, regolatore di carica, accumulatore semistazionario, inverter asincrono da CC a CA. L'efficienza globale di conversione del sistema è in media del 11-12%.

I moduli fotovoltaici possono essere costruiti con celle di silicio mono-cristallino, silicio policristallino o silicio amorfo (film sottile) che hanno diversa efficienza di conversione tipica variabile tra 5 e 15%. I moduli sono connessi in serie se la tensione di accumulo richiesta è superiore a 12 Vcc e in parallelo per sommare le correnti di carica. Le staffe di sostegno sono calcolate per il peso proprio e per l'ancoraggio in presenza di vento. Il quadro di campo viene installato se le stringhe sono più di una; esso contiene i selezionatori di stringa e gli scaricatori verso terra. Il regolatore di carica è del tipo serie o shunt, dimensionato per la corrente massima di carica e settabile a seconda del tipo di batteria (piombo acido o gel). La sezione di accumulo può avere uno o più accumulatori del tipo semistazionario, a celle multiple o singole, collegati in serie e/o in parallelo per raggiungere le tensioni e le correnti scelte di accumulo.

#### **Modulo fotovoltaico**

Componente elettrico solare a celle in silicio (es. monocristallino) per la produzione di energia elettrica mediante la conversione fotoelettrica della radiazione solare diretta e diffusa incidente sul piano del modulo. Al variare della intensità della radiazione solare il modulo fornirà tensione pressoché costante e corrente continua direttamente proporzionale alla intensità della radiazione incidente. Deve essere garantito come componente ad elevata efficienza estremamente durevole nel tempo e inalterabile agli UV, con costanza di resa elettrica dell'ordine di decine di anni, normalizzato e omologato secondo norme CE o IEEE per quanto riguarda prestazioni, condizioni di esercizio, durabilità. Il modulo è costituito essenzialmente da: vetro temperato antigraffio spessore mm3, celle FV in silicio monocristallino dello spessore di 3/10 di mm; incapsulazione entro polimero termofuso EVA (etilvinil-acetilene) trasparente applicato come sigillante dei contatti tra le celle; chiusura posteriore con film di Tedlar o altro poliestere opaco; cornice in alluminio anodizzato e/o tropicalizzato o in acciaio inox o frameless (senza telaio) per applicazioni di particolare rilevanza architettonica (facciate continue o rivestimenti) con incapsulazione tra due vetri temperati; scatola di connessione stagna IP65. Modulo caratterizzato da: potenza nominale  $W_p$  (Watt di picco sotto irraggiamento standard di

1000W, spettro solare tipico) e tensione nominale di lavoro e certificazioni IEC 61215. Il modulo deve essere installato su superfici non ombreggiate e dimensionato in base a: localizzazione, accessibilità del sito di installazione, orientamento, inclinazione, radiazione solare disponibile, analisi di carico previsto, consumo elettrico annuo, perdita di rendimento, temperature di esercizio.

Modulo fotovoltaico con celle di silicio amorfo o a film sottile

Celle in silicio amorfo a base di tellurio di cadmio stese a film sottile su supporto opaco o trasparente, che può essere cristallo o anche poliestere flessibile. Efficienza di conversione tipica: min 6%, max 8-9%.

Deve essere garantita elevata efficienza anche sotto spettro solare di irraggiamento ricco di radiazione infrarossa, tipico delle prime e delle ultime ore del periodo di insolazione. Modulo caratterizzato da: potenza nominale  $W_p$  (Watt di picco sotto irraggiamento standard di 1000W, spettro solare tipico) e tensione nominale di lavoro e certificazioni IEC 61646. Il modulo deve essere installato su superfici non ombreggiate e dimensionato in base a: localizzazione, accessibilità del sito di installazione, orientamento, inclinazione, radiazione solare disponibile, analisi di carico previsto, consumo elettrico annuo, perdita di rendimento, temperature di esercizio, ecc.

### **Quadro di arrivo in CC con protezioni**

Fornitura e posa in opera di componente elettrico per impianti fotovoltaici di medie e grandi dimensioni, atto a svolgere le seguenti funzioni: sezionamento e protezione delle linee di discesa in CC dei moduli dalle scariche atmosferiche e da extratensioni accidentali. Il quadro di arrivo è posizionato adiacentemente agli inverter ed è costituito essenzialmente da: scatola chiusa autoestinguente con sportello apribile incernierato; morsettiera d'arrivo; sezionatori mono o bipolari manuali sottotensione fusibili; scaricatori a gas o a varistori su ciascun polo.

### **Inverter sincrono per impianti FV connessi in rete**

Fornitura e posa in opera di componente elettronico per impianti fotovoltaici connessi in rete, atto alla conversione dell'energia elettrica da continua in alternata, per la immissione in rete della energia elettrica prodotta dall'impianto FV. L'inverter sincrono è costituito essenzialmente da: sezione di arrivo linea in CC con protezioni da scariche atmosferiche mediante variatori, sezione di generazione dell'onda sinusoidale sincrona; sezione di potenza con elevazione di tensione alternata; sezione di monitoraggio della rete. L'inverter svolge le seguenti funzioni: inseguimento del punto di massima potenza dei moduli (MPPT); trasformazione della energia elettrica da corrente continua ad alternata mediante elevazione con trasformatore separatore galvanico a frequenza di rete (50 kHz, pesante ed ingombrante) o ad alta frequenza (25kHz circa, leggero ad alta efficienza) immissione della corrente alternata in rete con monitoraggio dei fattori di rete (tensione e frequenza); eventuale disconnessione automatica in caso di superamento delle soglie. La corrente alternata viene generata da un circuito oscillante sinusoidale sincronizzato dalla frequenza di rete. Il funzionamento è controllabile a distanza mediante unità remote collegate via cavo o via linea elettrica a onde convogliate. L'inverter è in genere monofase mentre si utilizzano tre inverter (uno per fase) negli impianti fotovoltaici trifase.

L'inverter connesso in rete è dimensionato in funzione della potenza nominale di ingresso dell'impianto fotovoltaico.

### **Quadro di interfaccia di rete monofase o trifase**

Fornitura e posa in opera di componente elettronico per impianti fotovoltaici connessi alla rete, idoneo al monitoraggio dei fattori di rete (tensione, corrente, frequenza e fase) e disconnessione automatica in caso di superamento delle soglie per protezione della rete da variazioni accidentali della tensione e della frequenza. L'interfaccia è in genere richiesta dal gestore della rete a protezione della stessa ai sensi della norma CEI 11-20 da transitori e interferenze in tensione, frequenza e fase accidentalmente

introdotte dall'impianto fotovoltaico. Il quadro di interfaccia di rete è costituito essenzialmente da: analizzatore di rete monofase o trifase in tensione corrente frequenza e fase con isolamento galvanico; organi di sezionamento e manovra a contattore lato inverter e lato rete; contatore di energia wattmetro a microprocessore. Il funzionamento è controllabile anche a distanza mediante unità remota collegata via cavo o via linea elettrica a onde convogliate. L'interfaccia di rete è dimensionata in funzione della corrente massima verso rete e quindi della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico.

#### **Contabilizzatore di energia ceduta alla rete**

Fornitura e posa in opera di componente elettronico per impianti fotovoltaici connessi alla rete, atto alla contabilizzazione periodica continua della energia immessa in rete, idoneo al monitoraggio di periodi ciclici di tempo (orario, giornaliero, mensile o annuale), indipendentemente dal misuratore installato dal gestore di rete, allo scopo di acquisizione di dati statistici o per il monitoraggio prestazionale dell'impianto FV. Il contabilizzatore di rete è costituito essenzialmente da: sensori analogici di rete (monofase o trifase) in tensione e corrente con isolamento galvanico, convertitore A/D, memoria non volatile, sezione di elaborazione e comunicazione digitale. Il contabilizzatore può essere letto manualmente da display o oppure interrogato automaticamente da unità remota di elaborazione (PC) via interfaccia seriale RS232 o via modem su linea telefonica ADSL o via collegamento GSM.

**CAPO III - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI****Art. 2.93 Norme generali**

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate.

Le macchine ed attrezzi sono dati a noleggio per i tempi prescritti dalla Direzione Lavori e debbono essere in perfetto stato di servibilità, provvisti di tutti gli accessori per il loro regolare funzionamento, comprese le eventuali linee per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, la manutenzione degli attrezzi e delle macchine, perché siano sempre in buono stato di servizio.

I noli dei ponteggi saranno sempre valutati in proiezione verticale di facciata per le superfici ed i periodi autorizzati dalla Direzione Lavori.

I relativi prezzi si riferiscono al attrezzature date in opera, compreso trasporto, montaggio e smontaggio, e realizzate a norma delle vigenti leggi in materia.

Nel trasporto s'intende compresa ogni spesa, la fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente.

I mezzi di trasporto, per i lavori in economia, debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Tutte le provviste dei materiali per le quantità prescritte dalla Direzione Lavori saranno misurate con metodi geometrici, salvo le eccezioni indicate nei vari articoli del presente Capitolato, o nelle rispettive voci di elenco prezzi le cui indicazioni sono preminenti su quelle riportate nel presente titolo.

**Art. 2.94 Scavi in genere**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

#### **Art. 2.95 Rilevati e rinterrì**

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterrì di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### **Art. 2.96 Riempimento con misto granulare**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

#### **Art. 2.97 Paratie di calcestruzzo armato**

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

#### **Art. 2.98 Murature in genere**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più.

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 tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

**Art. 2.99 Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti. Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

**Art. 2.100 Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

**Art. 2.101 Conglomerato cementizio armato**

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

**Art. 2.102 Solai**

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

**Art. 2.103 Controsoffitti**

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare controsoffitti finiti in opera come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, è esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

**Art. 2.104 Vespai**

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

**Art. 2.105 Pavimenti**

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

**Art. 2.106 Rivestimenti di pareti**

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

**Art. 2.107 Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali ed artificiali**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme prescritte nel presente Capitolato si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chivette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

**Art. 2.108 Intonaci**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

### **Art. 2.109 Tinteggiature, coloriture e verniciature**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

### **Art. 2.110 Infissi di legno**

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

### **Art. 2.111 Infissi di alluminio**

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

**Art. 2.112 Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

**Art. 2.113 Tubi pluviali**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di rame o lamiera zincata, ecc. saranno valutati a peso, determinato con le stesse modalità di cui all'articolo precedente e con tutti gli oneri di cui sopra.

**Art. 2.114 Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento****a) Tubazioni e canalizzazioni**

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

– Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

– Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrato saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzera del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

**b) Apparecchiature.**

– Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

– I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle rispettive tabelle della ditta costruttrice (watt ).

Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole di sostegno.

- I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della Ditta costruttrice.  
Nei prezzi sono compresi i materiali di tenuta.

- Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità resa.  
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione alla portata del combustibile.  
Sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.

- Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.  
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.  
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive, in relazione alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio. Sono compresi gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

- Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle ditte costruttrici.  
Sono compresi i controtelai ed i materiali di collegamento.

- Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della portata dell'aria.  
È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.

- Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.  
Sono compresi i materiali di collegamento.

- Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.  
Sono compresi i materiali di fissaggio e collegamento.

- I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica.

Sono compresi i materiali di collegamento.

- I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

- Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

- I gruppi completi antincendio UNI 45, UNI 70, per attacco motopompa e gli estintori portatili, saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità.

- I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m<sup>2</sup> cadauna.

- Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

- Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

- I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

### **Art. 2.115 Impianti elettrico e telefonico**

#### a) Canalizzazioni e cavi.

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.  
Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.  
Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.  
Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm<sup>2</sup>, morsetti fissi oltre tale sezione.
- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.  
Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

#### b) Apparecchiature in generale e quadri elettrici.

- Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.  
Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
- I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:
  - superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
  - numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.  
Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:
  - a) il numero dei poli;
  - b) la tensione nominale;
  - c) la corrente nominale;
  - d) il potere di interruzione simmetrico;
  - e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.  
Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.  
Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

### **Art. 2.116 Impianti ascensori e montacarichi**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

**Art. 2.117 Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterrati relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni;
- le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

**Art. 2.118 Manodopera**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera 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.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'impresa è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla stazione appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Impresa e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

**Art. 2.119 Noleggi**

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

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

**Art. 2.120 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

**Art. 2.121 Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia - Invariabilità dei prezzi**

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono indicati nel seguente elenco.

Essi compensano:

- a. circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga 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 e 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 a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'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 e scarichi in ascesa o discesa, ecc., 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 e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a corpo, nonché il compenso a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio. Essi sono fissi ed invariabili; però l'Amministrazione si riserva la facoltà di rivedere e modificare i prezzi di appalto alle condizioni e nei limiti di cui alle disposizioni legislative vigenti all'atto dell'aggiudicazione.

**INDIRIZZI E SUGGERIMENTI OPERATIVI****Note al Capitolato d'Appalto per opere afferenti l'edilizia sostenibile**

Il testo che segue, riferito ai diversi articoli che compongono il Capitolato Speciale d'Appalto per Opere afferenti l'Edilizia Sostenibile, pur non costituendo un approfondimento organico delle tematiche proprie della bioedilizia, ha lo scopo di fornire suggerimenti e indicazioni riguardanti molti degli aspetti trattati, formando una sintetica guida operativa utile, in particolare, in sede di direzione lavori.

**Art. 2.5**Elementi di laterizio e calcestruzzo:

(1) Le argille di grana fine devono provenire preferibilmente direttamente da cave localizzate nella zona di produzione.

**Art. 2.7**Prodotti a base di legno-legno massiccio:

(2) È consentito l'uso dei materiali compositi a base di legno a patto che sia utilizzato ove possibile, CQA-formaldeide E1 marchio a ridotto utilizzo di formaldeide.

**Art. 2.8**Legno lamellare:

(3) Vengono sconsigliate le colle impiegate sintetiche con presa a freddo chimicamente neutre. Saranno resine ureiche per ambienti coperti, del Kaurit 234 o equivalente con indurente 70 della BASF o equivalente e resine alla resorcina formaldeide per strutture esposte agli agenti atmosferici, del Aerodux 185/P o equivalente con indurente HRP/155 della CIBA o equivalente. Le colle seguiranno le norme DIN 68141.

**Art. 2.10**Prodotti per pavimentazione edifici:

(4) In linea generale si ammettono in bioedilizia soltanto pavimenti inchiodati o avvitati su listellatura annegata nel massetto o posati su letto di sabbia.

(5) Se non è possibile eseguire indagini strumentali, sono in genere da evitare le colorazioni blu cobalto e i rossi

(6) Per cotto e piastrelle d'argilla si dovrà preferire il materiale di produzione locale ed artigianale rispondente alla normativa standard in termini di resistenza e tolleranza dimensionale.

Finiture superficiali:

(7) Nella bioedilizia si cercherà di limitare l'uso di prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme.

\* UNI 5573 per le piastrelle di vinile;

\* UNI 7071 per le piastrelle di vinile omogeneo;

\* UNI 7072 per le piastrelle di vinile non omogeneo.

I metodi di accettazione sono quelli del presente articolo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati saranno del tipo realizzato:

- \* mediante impregnazione semplice (I1);
- \* a saturazione (I2);
- \* mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- \* con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- \* con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nel presente articolo facendo riferimento alla norma UNI 8298 (varie parti).

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento term. in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+

+ significativa

- non significativa

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

(8) Nella bioedilizia si consiglia l'uso di materiali provenienti da cave locali.

(9) I pavimenti in linoleum: la qualità è migliore se il prodotto finito ha subito una buona stagionatura, cioè un periodo di riposo nei magazzini che consenta la completa emissione di componenti allergizzanti. Il rivestimento è inerte, esente da emissioni nocive, isolanti, elastico, facilmente pulibile, resistente, di costo relativamente contenuto.

(10) Sono preferibili in bioedilizia materiali tessili con superficie battuta rasata e compatta onde evitare accumulo di polvere.

(11) Per la bioedilizia si sconsiglia l'uso di:

a) -prodotti di metallo per pavimentazioni che dovranno rispondere alle prescrizioni date nella norma UNI 4630 per le lamiera bugnate ed UNI 3151 per le lamiera stirate. Le lamiera saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

b) -conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne che dovranno rispondere alle caratteristiche indicate nel capitolato dei materiali per formazione di sede stradale.

### **Art. 2.12**

#### Prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane

(12) Le impermeabilizzazioni in bioedilizia utilizzano principalmente categorie di prodotti di origine naturale per mantenere ove possibile la traspirazione del sistema edilizio .

### **Art. 2.13**

#### Prodotti di vetro (lastre, profilati ad u e vetri pressati):

(13) Si definiscono vetri a bassa emissività o a controllo solare le lastre ottenute dalla lavorazione del vetro ed usate in bioedilizia per vetrate capaci di limitare il passaggio di calore ma non quello di luce garantendo la riduzione della formazione di condensa. Le lastre poste in opera negli incavi appositamente ricavati nei serramenti possono essere fissate con mastice o guarnizioni naturali, regoli, dispositivi a scatto, ecc. in modo da impedire qualsiasi vibrazione ed infiltrazione di aria, acqua, vento. Questo tipo di vetro, con elevate prestazioni termoisolanti, è capace di intercettare gran parte delle radiazioni infrarosse dello spettro solare, senza ostacolare le radiazioni visibili garantendo al tempo stesso un eccellente isolamento termico ed un elevato apporto della luce naturale. Il vetro a controllo solare è ottenuto mediante polverizzazione a caldo di un deposito di ossidi metallici su una lastra di vetro chiara sia verso la faccia esterna che verso la faccia l'interna della lastra. Il procedimento di fabbricazione industriale per pirolisi (applicazione ad alta temperatura di un deposito di ossidi metallici) conferisce al deposito un'elevata resistenza ed una grande stabilità nel tempo; una minore penetrazione del calore dall'esterno e una limitazione degli apporti solari diretti.

#### Vetri:

##### (14) Vetri selettivi

Lastra di vetro ricotto chiaro resa riflettente e bassoemissiva mediante deposito di più strati di ossidi metallici e metalli ottenuto per polverizzazione catodica sotto vuoto spinto in campo elettromagnetico di elevate densità.

Sono vetri che servono a ottimizzare la climatizzazione degli edifici.

##### Vetri basso emissivi

Sono così denominate le lastre di vetro per l'edilizia che presentano una faccia trattata (in genere depositi di metalli e/o ossidi di metalli) per ottenere una riflessione, verso l'interno dell'ambiente del calore irraggiato dagli elementi riscaldanti.

##### Vetri a controllo solare

Sono così denominate le lastre di vetro per l'edilizia che presentano una facciata opportunamente trattata (in genere depositi di metalli e/o ossidi di metalli) per ottenere da essa una riflessione selettiva predeterminata dell'irraggiamento solare.

**Art. 2.14**Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)

(15) Devono essere ecologici e atossici.

**Art. 2.15**Infissi in alluminio

(16) La realizzazione di manufatti di alluminio implica un ciclo produttivo altamente energivoro; pertanto l'utilizzo di serramenti in alluminio in bioedilizia viene sconsigliato.

Tuttavia si possono accettare in bioedilizia serramenti in alluminio per specifici casi ove detti profili consentano sistemi di aerazione controllata dei locali.

Pulizia dei serramenti e/o facciate

(17) Sono preferibili in bioedilizia vetrate trattate con trattamento fotocatalitico che permette di avere le caratteristiche di antinquinamento, antisporcamento e antibattericità tipica dei prodotti ecoattivi.

**Art. 2.16**Infissi

(18) In bioedilizia vengono principalmente utilizzati gli infissi interni realizzati preferibilmente in legno massello con struttura alveolare e impiallacciatura superficiale; deve essere inoltre garantito l'uso di colle e vernici eco-compatibili a base di cere vegetali, olii vegetali e resine naturali. Le superfici trasparenti o traslucide saranno esclusivamente di vetro.

**Art. 2.18**Prodotti per isolamento termico

(19) I materiali da impiegare per l'isolamento termico e acustico degli edifici e dei relativi impianti devono essere preferibilmente di origine naturale, rispondere alle norme vigenti UNI EN, avere un basso coefficiente di conduttività termica, costante nel tempo. È sconsigliato l'uso di materiali sintetici a causa del loro alto impatto ambientale sia in fase di produzione, che di esercizio e smantellamento. Sono inoltre sconsigliati tutti i materiali che possono liberare nell'aria, anche solo in fase di montaggio, fibre e particelle dannose per la salute.

Materiali sintetici di riciclo

(20) Nella bioedilizia si preferiscono materiali che consentano la traspirazione e siano di origine naturale; tuttavia per la necessità di riciclare e reimpiegare quanti più materiali possibili si propongono alcuni materiali di sintesi da impiegare per specifici utilizzi fra cui:

- Materiali in fibre di poliestere riciclato e tessuti riciclati traspirante
- Materiali in fibra di gomma riciclata ad alta qualità vulcanizzata.

**Art. 2.19**Prodotti a base di cartongesso

(21) si possono usare con moderazione ove non sia possibile sostituirli con pannelli in fibra di legno e deve essere verificato sia che il materiale non rilasci radioattività sia che il gesso sia naturale.

**Art. 2.22**Materiali da fabbro

(22) L'uso dei materiali metallici, il cui processo di produzione è estremamente energivoro, deve essere limitato ai casi in cui sia davvero giustificato, privilegiando in ogni caso i prodotti derivati da materie prime riciclate.

**Art. 2.45**Demolizioni selettive

(23) Nella fase di demolizione si può adottare un Piano di demolizione e riuso di cantiere, individuando aree protette dagli agenti atmosferici per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare. Nella fase di progettazione si può indicare nel capitolato speciale d'appalto, l'utilizzo di materiali di recupero sia per la nuova costruzione, sia per il recupero di edifici esistenti, in particolare:

- inerti da demolizione da reimpiegare per sottofondi, riempimenti, opere esterne; malte, calcestruzzi, murature a sacco;
- infissi interni ed esterni;
- legno per strutture principali e secondarie;
- travi e putrelle in ferro;
- ferro e strutture metalliche per ringhiere e simili;
- rubinetterie, raccordi tubazioni;
- sanitari;
- mattoni e pietre di recupero per murature;
- strutture divisorie leggere;
- elementi di copertura coppi, tegole;
- pavimenti (cotto, graniglia, legno, pietra);
- pietra da taglio (soglie, gradini, paramenti);
- impianti di riscaldamento;
- eventuale terreno proveniente da sterro.

Si tratta in sostanza di considerare la separabilità dei componenti a monte nella fase progettuale concependo le componenti di un edificio come parti indipendenti che lavorano in modo funzionalmente integrato e specializzato. L'edificio, in questo modo, non risulta semplicemente costruito, ma "assemblato" utilizzando materiali ed elementi tecnici che sono frutto di processi industriali controllati, che garantiscono un'alta corrispondenza tra progetto esecutivo e processo costruttivo, che consentono di rimuovere in fase di manutenzione e demolizione preliminarmente materiali classificati come pericolosi e tossico-nocivi e che permettono di rendere prioritariamente disponibili i materiali con un più alto grado di riciclabilità.

In tal modo si tratta di:

- adottare sistemi costruttivi prefabbricati e/o direttamente posabili in opera nelle strutture di elevazione verticali, orizzontali ed inclinate;
- progettare sistemi indipendenti rispetto alle strutture nelle chiusure perimetrali verticali, privilegiando sistemi assemblati a secco costituiti da strati di materiali indipendenti in grado di svolgere funzioni di isolamento termico ed acustico;
- privilegiare i sistemi ventilati nelle coperture, nelle pareti verticali realizzati secondo stratigrafie a secco o parzialmente a secco caratterizzate da materiali isolanti, a taglio acustico ed impermeabilizzanti;
- nelle partizioni interne verticali privilegiare sistemi costituiti da pannelli da posare direttamente in opera;
- privilegiare sistemi a secco o con getto di calcestruzzo collaborante nelle partizioni interne orizzontali costituiti da strati di materiali a taglio acustico e termoisolanti;
- impiegare giunti meccanici e colle reversibili (colle animali, naturali prive di emissioni nocive) nelle partizioni esterne ed interne, verticali ed orizzontali;
- adottare impianti di fornitura dei servizi (climatizzazione, idrosanitari, di smaltimento), in canaline ispezionabili e/o esterne. modo funzionalmente integrato e specializzato. L'edificio, in questo modo, non risulta semplicemente costruito, ma "assemblato" utilizzando materiali ed elementi tecnici che sono frutto di processi industriali controllati, che garantiscono un'alta corrispondenza tra progetto

esecutivo e processo costruttivo, che consentono di rimuovere in fase di manutenzione e demolizione preliminarmente materiali classificati come pericolosi e tossico-nocivi e che permettono di rendere prioritariamente disponibili i materiali con un più alto grado di riciclabilità.

Il tema del riuso e del riciclo è fortemente connesso agli studi sulla demolizione selettiva, su cui si stanno muovendo gruppi di ricerca e progetti dimostrativi a cura di pubbliche amministrazioni. A tal proposito è utile ricordare in ambito UNI, è stata elaborata una Guida alla Demolizione Selettiva, dal gruppo di lavoro UNI GL VII, all'interno della quale sono contemplate indicazioni progettuali ed esecutive finalizzate alla regolamentazione del processo di demolizione delle opere edilizie e di ingegneria civile.

La guida, individua i compiti degli operatori coinvolti e fornisce informazioni in merito a:

- tecniche di demolizione e di separazione;
- operazioni di stoccaggio in cantiere;
- trattamento delle diverse frazioni omogenee.

L'attività del gruppo di lavoro si è, inoltre, indirizzata all'aggiornamento della norma CNR UNI 10006. La norma, introduce la possibilità, nell'ambito della redazione dei Capitolati Speciali da parte delle stazioni appaltanti, di utilizzare materiali inerti in sostituzione di quelli naturali nella realizzazione di strade, sottofondi stradali e nella realizzazione delle opere in terra.

È importante sottolineare che dagli scarti edili provenienti anche dalle attività di microdemolizione, che sono le più difficili da controllare e dove maggiormente ne sfugge una gestione razionale, può derivare lo sviluppo di un reale mercato dei prodotti. Quest'ultimo si può distinguere in due "filieri":

- componenti
- materiali.

Dagli anni '90 si è sviluppato in Italia un settore economico dedito al recupero degli inerti. Mentre nel nord America e in alcuni paesi europei si è attivato da tempo un mercato di "seconda mano" (tegole, infissi, sanitari), per il recupero di componenti usati, in Italia questo avviene in modo sporadico e non sistematizzato, ha quindi una valenza marginale. È indubbio che una separazione preliminare dei materiali pur portando a maggiori costi di mano d'opera per il loro recupero permetta di ricavare proventi dal risparmio sull'acquisto di nuovi prodotti e dalla vendita degli stessi una volta raccolti e trattati. Inoltre più vantaggioso risulta una pianificazione dell'uso di materiali da demolizione inattivi e il riuso di materiali recuperati, se questo può avvenire per i componenti edilizi prodotti localmente. Per quanto riguarda la provenienza dei materiali in linea con quanto precedentemente descritto sui costi ambientali, è bene scegliere di acquistare materiali da costruzione prodotti localmente. È evidente che la condizione ideale è quella di scegliere prodotti che vengono estratti/ricavati e assemblati localmente, ciò implica minimi costi di trasporto e di inquinamento e promozione dell'economia locale. Laddove questo non sia possibile per lo meno i prodotti scelti è bene siano assemblati localmente, per quanto più vicino possibile al luogo di impiego se non a scala provinciale, a scala regionale, se non a quest'ultima a scala nazionale e così via, inoltre si possono privilegiare quei materiali il cui trasporto è avvenuto su ferrovia piuttosto che su strada, ed evitare i trasporti via aerea.

#### **Art. 2.46**

##### Murature in blocchi di calcestruzzo alleggerito

(24) I blocchi inoltre devono essere dotati di certificazione comprovante la bassa emissione di Radon e testati in laboratorio sulla emissione di radionuclidi.

#### **Art. 2.53**

##### Drenaggi, bonifiche, consolidamenti e bonifica del radon:

(25) L'EPA (Agenzia Americana per l'Ambiente) definisce in 4 PCi/L (picocurie per litro) pari a 148 Bq/m<sup>3</sup> (Bequerel per metro cubo) il limite oltre il quale è consigliabile prevedere tecniche di riduzione del Radon.

## Strategie di mitigazione: analisi comparata

Tecnica	Riduzione di Radon	Commenti
Depressurizzazione delle fondazioni	80%-99%	Ottimo per suoli permeabili o con vespaio
Aspirazione sotto guaina	90%-99%	Ottimo se la guaina è ben saldata e uniformemente posizionata sull'impronta della casa.
Aspirazione muraria	50%-99%	Per costruzioni con blocchi forati senza interruzioni di continuità
Aspirazione da pozzo di drenaggio	90%-99%	Ottimo se le condizioni di fondazione permettono una buona mobilità dell'aria
Ventilazione naturale nella cantina	0%-50%	Costi variabili
Sigillatura delle vie di ingresso	0%-50%	Normalmente usato in combinazione con altre tecniche, richiede materiali adatti e cura nella esecuzione
Pressurizzazione della costruzione	50%-99%	Buono per scantinati isolati dall'esterno e dai piani superiori
Ventilazione e recupero di calore	25%-75%	Uso prevalente nelle cantina
Ventilazione naturale	Variabile	Significativa perdita di calore ed aggravio dei costi di riscaldamento

Per evitare l'ingresso del radon negli edifici potranno essere impiegati i seguenti sistemi di bonifica:  
 ventilazione naturale dei vani siti ai piani terra, interrati o seminterrati - dovranno essere realizzate griglie di ventilazione su tutti i lati dell'edificio negli ambienti siti al livello di contatto con il terreno o immediatamente al di sopra di esso;

ventilazione attiva del suolo - nel caso di livelli di inquinamento molto elevati ( $> 400 \text{ Bq/m}^3$ ) il sistema assicura notevoli riduzioni della contaminazione ambientale (80%). Dovranno essere eseguiti drenaggi e una opportuna ventilazione meccanica dei vespai e delle intercapedini;

ventilazione passiva del suolo - dovrà essere realizzata una rete di tubazioni perforate inserite sotto la soletta di fondazione. La rete sarà collegata a un sistema che garantisca un effettivo camino passivo che attraversa l'edificio dal basso fino alla copertura;

suzione del sottosuolo (tecnica attiva) - applicabile in quei casi in cui è previsto un drenaggio al fine di allontanare le acque dal terreno e quando questa tubazione (perforata) forma un anello continuo, è possibile sfruttarla per far allontanare il radon. Applicando un estrattore al pozzetto di raccolta posto lontano dall'abitazione, si crea una depressione che permette l'estrazione del gas: si ottiene in taluni casi una riduzione del 98%;

pozzo radon - costituito principalmente da mattoni non cementati, con dei larghi fori che danno la possibilità al gas radon di entrare nel pozzo che deve essere coperto da una lastra di cemento mentre attorno ad esso va posta della ghiaia grossolana. In questo modo il gas tenderà naturalmente a convogliare nel pozzo, che sarà collegato un sistema evacuante, costituito da un tubo e da una pompa aspirante. Le tubazioni di scarico canalizzeranno il gas, portandolo preferibilmente sul tetto e lontano comunque da porte e finestre;

parete ventilata (tecnica attiva o passiva) è applicabile quando esiste un'intercapedine tra i muri interni ed esterni, i movimenti convettivi naturali o forzati permettono l'allontanamento del gas evitando quindi l'ingresso nell'abitazione;

depressurizzazione del suolo - si può ottenere installando dei pozzetti sotto il vespaio. L'efficacia del sistema dipende fortemente dalla differenza di pressione che si instaura fra ambiente e pozzetto. Al di sotto del vespaio deve essere realizzata una soletta che ricopre il terreno;

pressurizzazione dell'edificio - le parti dell'edificio a contatto con il suolo saranno mantenute a una pressione maggiore rispetto al terreno prevenendo in tal modo l'ingresso del Radon. L'involucro che delimita il vano dovrà essere completamente isolato e l'aria sarà convogliata dai piani superiori;

sconfinamento e impermeabilizzazione - sarà realizzata una barriera gas-impermeabile che dovrà racchiudere lo spazio da ventilare;

sigillatura - dovranno essere adeguatamente sigillate le fessure e le crepe e di solette interrate, intercapedini, pozzetti o altre canalizzazioni provenienti dal sottosuolo.

#### **Art. 2.69**

##### Esecuzione delle pareti esterne partizioni interne:

(26) Le pareti saranno costruite con materiali naturali, non sono prodotti sintetici, non devono essere presenti sostanze che alterino il campo magnetico e sono privi di emanazioni radioattive e di polveri e devono essere in grado di assorbire la trasmissione del calore e dell'umidità e avere buone capacità fonoisolanti. Saranno inoltre protette dall'umidità, resistenti alla pressione del vento, garantire un buon isolamento termico e igrotermico.

#### **Art. 2.71**

##### Rubinetti sanitari e sistemi per il risparmio idrico:

(27) Nel mercato esiste un'ampia offerta di rubinetteria e di dispositivi adattabili che razionalizzano il consumo dell'acqua. Fra i sistemi di rubinetteria si trovano i rubinetti monocomando, i rubinetti con temporizzatore, con chiusura elettronica, ecc. Ci sono anche dispositivi che possono essere adattati a differenti sistemi di rubinetteria: diffusori, riduttori di flusso e interruttori di flusso. Molti modelli nuovi di rubinetteria hanno già incorporati questi dispositivi. Anche se le diverse marche commerciali utilizzano spesso terminologie differenti, il principio di funzionamento è lo stesso. Inoltre, questi dispositivi sono quasi sempre compatibili fra loro; ad esempio è possibile trovare modelli che possiedono, allo stesso tempo, un sistema a monocomando con riduttore di flusso e con diffusore incorporato.

#### **Art. 2.77**

##### Impianto di recupero delle acque meteoriche:

(28) Da un punto di vista strettamente impiantistico i componenti necessari sono tre: una cisterna, un filtro e un sistema di pompaggio. Per il dimensionamento di questi sistemi si deve tenere conto dell'andamento delle precipitazioni della zona di impiego, dei consumi medi giornalieri, delle superfici di raccolta e della qualità dell'acqua che da esse si ottiene. L'importanza di un corretto dimensionamento è imposta da una parte da motivi economici, dall'altra da motivi più strettamente legati all'uso dell'impianto: ad esempio un sovradimensionamento della cisterna potrebbe infatti causare un deterioramento delle qualità organolettiche dell'acqua e conseguente inutilizzo causati da una permanenza troppo lunga delle acque prima del loro utilizzo. La cisterna deve essere munita di un'entrata calmata, in modo da non riportare in sospensione eventuale materiale sedimentato sul fondo e di un sifone di troppo pieno.

Il troppo pieno può essere convogliato direttamente ai collettori recettori, possibilmente attraverso una valvola di non ritorno, oppure può essere convogliato ai collettori fognari con una valvola di ritegno posizionata sul sifone, oppure può essere disperso nel terreno (previa valutazione del tipo di terreno e autorizzazione da parte delle autorità competenti). Anche nell'ultimo caso una valvola di ritenzione permette al terreno di smaltire gradualmente l'acqua in arrivo. Il sistema di filtrazione rappresenta il cuore dell'impianto. Per i casi più comuni (raccolta di acqua dai tetti in zone non densamente popolate)

sono sufficienti dei semplici filtri, mentre in casi particolari (zone ad alto inquinamento atmosferico, acqua raccolta da piazzali o strade, ecc) può essere necessario il ricorso a veri e propri sistemi di trattamento, quali ad esempio sistemi di fitodepurazione.

Per quanto riguarda la scelta del sistema di trattamento depurativo delle acque meteoriche, molto dipende dalla locazione del nucleo abitativo e dalla tipologia di utilizzo previsto di tali acque, strettamente connesso alla definizione dei limiti normativi da applicare sulla loro qualità chimico-fisica. In generale le acque meteoriche non presentano elevati gradi di inquinamento al momento della precipitazione, mentre la loro qualità può deteriorarsi anche fortemente durante il periodo di accumulo prima dell'utilizzo. Il mantenimento di sistemi di accumulo puliti con periodicità programmata ed una disinfezione finale con lampade UV garantiscono comunque l'igienicità di questa fonte di risorsa idrica. Si ritiene che una filtrazione più o meno spinta a seconda delle necessità possa assicurare un adeguato trattamento depurativo delle acque meteoriche. Nelle aree urbane, ed in genere ove non siano disponibili aree per trattamenti estensivi all'esterno degli edifici, sono normalmente impiegati sistemi di minimo ingombro come i filtri centrifughi, i filtri a camere o i filtri autopulenti, descritti nel successivo parametro; nel caso di aree rurali od in presenza di disponibilità di aree esterne, possono essere efficacemente utilizzati sistemi di fitodepurazione (filtrazione in letti vegetati di materiale inerte a granulometria selezionata), i quali presentano spiccati vantaggi rispetto ai filtri sopraccitati sia come efficacia di rimozione degli inquinanti sia come semplicità gestionale, senza considerare il positivo inserimento paesaggistico caratteristico di questi sistemi.

Quello di seguito riportato è un possibile schema di riutilizzo delle acque meteoriche per una civile abitazione (alcuni elementi sono alternativi fra loro).

- Deviatori in linea: da installare direttamente sulle caditoie sia esistenti che di nuova costruzione, evitano il passaggio di corpi grossolani nel sistema di raccolta delle acque meteoriche e nei sistemi di filtrazione successivi.

- Filtro centrifugo: dispositivo generalmente interrato composto da una camera filtrante accessibile mediante un'apertura superiore dotata di coperchio corredato di prolunghe per consentirne l'installazione a diverse profondità. Il principio utilizzato sfrutta la velocità in ingresso dell'acqua (immessa tangenzialmente nella camera filtrante del dispositivo) intercettando e separando eventuali corpi sospesi attraverso una griglia periferica (di solito in acciaio inox con maglie di 0,2 mm di apertura) sulla quale viene proiettato il liquido in entrata. Il deflusso dei residui avviene al centro dal basso mediante una tubazione raccordata con il sistema di smaltimento; il liquido filtrato si raccoglie invece entro una intercapedine perimetrale e quindi convogliato verso il serbatoio. La manutenzione del filtro (da eseguirsi circa ogni 3 mesi) si compie accedendo dal chiusino ed effettuando una prima pulizia superficiale mediante spazzolatura con scopa o apposito attrezzo sulla superficie della griglia e una pulizia più approfondita mediante estrazione e lavaggio con acqua corrente della griglia-filtro.

- Filtro a camere: è costituito da un contenitore da interrare poco più grande di un comune pozzetto di raccordo per pluviali dotato di coperchio per l'accesso e l'esecuzione delle operazioni di avvio e manutenzione. L'uso è limitato alla sola intercettazione di sporco grossolano proveniente da superfici di dimensioni medio-piccole (100-200 mq.) prive di ogni dispositivo di arresto e selezione delle sostanze inquinanti (griglie parafoglie e simili). L'interno del pozzetto è suddiviso in camere (2 o 3) dotate di cestelli o tasche estraibili ciascuno da caricare con ghiaia di granulometria decrescente nel senso di scorrimento delle acque. Il funzionamento prevede che, nonostante entrata e uscita dell'acqua siano poste sullo stesso livello, il liquido effettui un percorso obbligato tale da passare attraverso tutte le camere e permettere che le sostanze sospese rimangano intrappolate nei miscugli di materiale filtrante eventualmente insaccato in involucri di tessuto-non-tessuto. In caso di ostruzione del filtro o di afflussi d'acqua eccezionali un foro di troppo pieno provvede a smaltire l'eccesso di liquido nell'impianto di scarico o in un pozzo perdente. Le operazioni di manutenzione (da effettuarsi almeno ogni 3 mesi) sono semplicissime e consistono nell'estrazione delle tasche, nel lavaggio del materiale

filtrante in acqua corrente (ovvero sua sostituzione in caso di saturazione) e nella ricollocazione delle tasche nel contenitore.

- Filtro autopulente: questa tipologia di dispositivi include apparecchi (da installare sia in superficie, sia entro terra) che funzionano a caduta e provvedono alla cattura del materiale indesiderato mediante filtri in tessuto per taglie di superfici captanti fino a 300 mq. In pratica l'acqua passando sul filtro percola, in gran parte, nella zona sottostante depositando le impurità sulle maglie del setaccio; la quota restante d'acqua, proprio perché impedita a filtrare dalla presenza dei residui intercettati, produce un effetto di dilavamento su questi ultimi trascinandoli verso lo scarico di evacuazione collegato al sistema fognario. L'efficienza del sistema dipende in gran parte dalla pulizia periodica del filtro a cui si può accedere attraverso il coperchio del chiusino; alcuni modelli sono dotati di unità di contro-lavaggio ovvero di un dispositivo simile ad un irrigatore a braccia rotanti che, azionato manualmente, provvede a ripulire il filtro con un getto d'acqua di rete spruzzata in senso opposto a quello di caduta.
- Collegamento alla rete idrica potabile per integrazione della riserva idrica in caso di esaurimento della riserva di acqua meteorica.

#### **Art. 2.84**

##### Pannelli radianti:

(29) E' utile l'applicazione di organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso.