

RTI Progettisti:



# PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BRESCIA "T2" (PENDOLINA - FIERA)

CUP: C81B21013200005 - CIG: 9101132BB5

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

OPERE EDILI

## BRESCIA MOBILITA'

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. VERA SABATTI

DIRETTORE GENERALE

ING. MARCO MEDEGHINI

ASSISTENZA AL RUP E ASPETTI TECNICI

ING. CLAUDIO ORLANDI, ING. ROBERTO PANSI,

ING. MARCO CORTI

DEC E MOBILITY MANAGER

ING. MICHELA BONERA

COMUNE DI BRESCIA - Assessorato alla Mobilità,  
Eliminazione Barriere Architettoniche e Trasporto  
Pubblico

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. STEFANO SBARDELLA

## GRUPPO DI PROGETTAZIONE

CAPO PROGETTO COORDINATORE RESPONSABILE

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

COORDINATORE TECNICO

ING. DANILO RUSSO

BIM MANAGER

GEOM. MIRKO CASAROLI

INFRASTRUTTURA TRANVIARIA

ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO

ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE STRUTTURALI

ING. ERICA CALATOZZO

IMPIANTI TECNOLOGICI

ING. SIMONE VILLA

IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI

ING. DOMENICO D'APOLLONIO

ANTINCENDIO

ARCH. VERONICA SAGONE

ESERCIZIO E MANUTENZIONE

ING. GIORGIO COLETTI

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

ING. LUCA CUCINO

RESPONSABILE QUALITA' E PROCEDURE

ING. ANDREA DANZI

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

PROF. MATTEO MATTIOLI

IDRAULICA E IDROLOGIA

ING. DOMENICO NAVE

GEOLOGIA

PROF. MATTEO MATTIOLI

GEOTECNICA

ING. ANDREA OSS

ACUSTICA E VIBRAZIONI

GEOL. DAVIDE SASDELLI

CANTIERIZZAZIONE E RISOLUZIONE INTERFERENZE

ING. PIETRO CAMINITI

ARCHEOLOGIA

DOTT. Z. X. GONZALEZ MURO

COMMESSA	FASE	LOTTO/SUBLOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	LAVOR./APPROV.	REV.	SCALA
BST2	PD	LG00	COM	CPD	R003	A1	A	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
A	20/05/2024	EMISSIONE	RTP	E. CALATOZZO	P. MARCHETTI	S. CAMINITI



## INDICE

<b>1.</b>	<b>OGGETTO DELL'APPALTO</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>9</b>
<b>1.</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>NORME GENERALI</b>	<b>10</b>
1.1.1	GENERALITÀ	10
1.1.2	CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A CORPO E/O A MISURA	10
1.1.3	DEMOLIZIONI	11
1.1.4	TRACCIAMENTI	11
1.1.5	SCAVI IN GENERE	12
1.1.6	RILEVATI E RINTERRI	13
1.1.7	RIEMPIMENTI CON MISTO GRANULARE	13
1.1.8	PARATIE DI CALCESTRUZZO ARMATO	13
1.1.9	MURATURE IN GENERE	13
1.1.10	MURATURE ED OPERE IN PIETRA DA TAGLIO	14
1.1.11	CASSEFORME	14
1.1.12	CALCESTRUZZI	14
1.1.13	SOLAI	14
1.1.14	PONTEGGI	15
1.1.15	LAVORI DI METALLO	15
1.1.16	ASSISTENZE EDILI	15
1.1.17	MANODOPERA	16
1.1.18	NOLEGGI	16
1.1.19	TRASPORTI	16
<b>2.</b>	<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>MATERIALI PER RILEVATI E STRADE</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE</b>	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO</b>	<b>21</b>
<b>2.6</b>	<b>VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE</b>	<b>22</b>
2.7.1	CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI, ARMATO E NON, NORMALE E PRECOMPRESSO.	22
2.7.2	ACCIAIO	24
2.7.3	ACCIAIO PER USI STRUTTURALI	28
2.7.4	TESSUTO UNIDIREZIONALE IN FIBRA DI CARBONIO PER RINFORZO STRUTTURALE	30
2.7.5	PRODOTTI A BASE DI LEGNO	31



2.7.5.1	Definizione	31
2.7.5.2	Legno massiccio	32
2.7.5.3	Legno strutturale con giunti a dita	32
2.7.5.4	Legno lamellare incollato	33
2.7.5.5	Classi di resistenza	33
2.7.5.6	Adesivi	33
2.7.5.7	Elementi meccanici di collegamento	34
<b>2.8</b>	<b>MATERIALI ARCHITETTONICI</b>	<b>34</b>
2.8.1	PRODOTTI A BASE DI LEGNO	34
2.8.1.1	Segati di legno	34
2.8.1.2	Pannelli a base di particelle di legno	34
2.8.2	PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE	35
2.8.2.1	Prodotti di pietre naturali o ricostruite	35
2.8.2.2	Prodotti di ceramica	37
2.8.2.3	Prodotti di gomma, vinile	38
2.8.2.4	Prodotti di resina	38
2.8.2.5	Prodotti di calcestruzzo	38
2.8.2.6	Prodotti di metallo	39
2.8.2.7	Prodotti di legno	39
<b>2.9</b>	<b>PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE</b>	<b>41</b>
2.9.1	PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI E PER COPERTURE PIANE	41
2.9.2	I PRODOTTI FORNITI SOTTO FORMA DI LIQUIDI	42
<b>2.10</b>	<b>PRODOTTI PER COPERTURE</b>	<b>42</b>
2.10.1	TETTO VERDE	42
2.10.1.1	Telo antiradice	43
2.10.1.2	Strato protettivo ad accumulo e ad isolamento termico	43
2.10.1.3	Elemento filtrante	43
2.10.1.4	Dispositivo anticaduta tetto piano	43
2.10.1.5	Substrato	43
2.10.1.6	Semina a secco "Tappeto sedum"	44
2.10.2	LASTRE DI METALLO	44
2.10.3	RIVESTIMENTI METALLICI PER MANTI DI COPERTURA E LATTONERIE	44
2.10.4	PRODOTTI PER LA RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	45
2.10.4.1	Sistema di drenaggio sifonico	45
<b>2.11</b>	<b>PRODOTTI DI VETRO</b>	<b>46</b>
2.11.1	VETRI PIANI GREZZI	47
2.11.2	VETRI PIANI LUCIDI TIRATI	47
2.11.3	VETRI PIANI TRASPARENTI FLOAT	47
2.11.4	VETRI PIANI TEMPERATI	47
2.11.5	VETRI PIANI UNITI AL PERIMETRO (O VETROCAMERA)	47
2.11.6	VETRI PIANI STRATIFICATI	48
2.11.7	VETRI PIANI PROFILATI AD U	48
2.11.8	VETRI PRESSATI PER VETROCEMENTO ARMATO	48
<b>2.12</b>	<b>PRODOTTI DIVERSI</b>	<b>48</b>
2.12.1	SIGILLANTI	49



2.12.2	ADESIVI	49
2.12.3	GEOTESSILI	50
2.12.4	PRODOTTI PER VESPAI AERATI	51
<b>2.13</b>	<b>INFISSI E SERRAMENTI</b>	<b>51</b>
2.13.1	INFISSI	51
2.13.2	LUCI FISSE	52
2.13.3	SERRAMENTI INTERNI ED ESTERNI	52
2.13.4	VETROCAMERE	52
2.13.5	VENEZIANE INTERCLUSE NELLE VETROCAMERE	52
2.13.6	SERRAMENTI REI – EI	54
<b>2.14</b>	<b>PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI</b>	<b>54</b>
2.14.1	PRODOTTI RIGIDI	55
2.14.1.1	Pannelli modulari per pavimenti flottanti	56
2.14.2	PRODOTTI FLESSIBILI	56
2.14.3	INTONACI	56
2.14.4	PRODOTTI VERNICIANTI	57
<b>2.15</b>	<b>PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO</b>	<b>58</b>
2.15.1	MATERIALI ISOLANTI FORNITI SOTTO FORMA DI LASTRE, BLOCCHI O FORME GEOMETRICHE PREDETERMINATE	58
2.15.2	MATERIALI ISOLANTI CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA	59
2.15.3	CARATTERISTICHE DI IDONEITÀ	59
<b>2.16</b>	<b>PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE</b>	<b>59</b>
2.16.1	PRODOTTI A BASE DI LATERIZIO, CALCESTRUZZO E SIMILARI	59
2.16.2	PRODOTTI ED I COMPONENTI PER FACCIATE CONTINUE	60
2.16.3	PRODOTTI ED I COMPONENTI PER PARTIZIONI INTERNE PREFABBRICATE	60
2.16.4	PRODOTTI A BASE DI CARTONGESSO	60
2.16.5	RIVESTIMENTI METALLICI	61
<b>2.17</b>	<b>PRODOTTI PER ASSORBIMENTO E ISOLAMENTO ACUSTICO</b>	<b>61</b>
2.17.1	PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO	61
2.17.2	CLASSIFICAZIONE DEGLI ASSORBENTI ACUSTICI	61
2.17.3	PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO	62
2.17.4	MATERIALI PER ASSORBIMENTO E/O ISOLAMENTO ACUSTICO FORNITI SOTTO FORMA DI LASTRE, BLOCCHI O FORME GEOMETRICHE PREDETERMINATE	62
2.17.5	MATERIALI PER ASSORBIMENTO E/O ISOLAMENTO ACUSTICO CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA	63
2.17.6	IDONEITÀ	64
<b>2.18</b>	<b>PRODOTTI PER IL DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE</b>	<b>64</b>
2.18.1	TUBAZIONI IN PVC	64
2.18.2	TUBAZIONI IN POLIETILENE (PEAD)	65
2.18.3	POZZETTI E CHIUSINI	65
2.18.4	CANALETTE	65
2.18.4.1	Drenaggio del binario	65
2.18.5	IMPIANTI DI PRIMA PIOGGIA	66
2.18.6	MODULI DRENANTI	66



<b>3.</b>	<b>CRITERI AMBIENTALI MINIMI - NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI</b>	<b>67</b>
<b>3.1</b>	<b>CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)</b>	<b>67</b>
<b>4.</b>	<b>MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO</b>	<b>68</b>
<b>4.1</b>	<b>OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE</b>	<b>68</b>
<b>4.2</b>	<b>AUTORIZZAZIONI, APPROVAZIONI E ORDINANZE</b>	<b>68</b>
<b>4.3</b>	<b>CANTIERIZZAZIONI, APPRESTAMENTI E SICUREZZA</b>	<b>69</b>
<b>4.4</b>	<b>RILASCIO DI CERTIFICAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO</b>	<b>71</b>
<b>4.5</b>	<b>DEMOLIZIONI E RIMOZIONI</b>	<b>71</b>
4.5.1	GENERALITÀ	71
4.5.2	PONTI, CAVALCAFERROVIA, MURATURE E FABBRICATI	72
4.5.3	PAVIMENTAZIONE O MASSICCIA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	73
<b>4.6</b>	<b>SCAVI IN GENERE</b>	<b>74</b>
4.6.1	FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI	75
4.6.2	FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	76
4.6.3	GESTIONE DEI CANTIERI DI PICCOLE DIMENSIONI	77
<b>4.7</b>	<b>SCAVI DI SBANCAMENTO</b>	<b>78</b>
<b>4.8</b>	<b>SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA</b>	<b>78</b>
<b>4.9</b>	<b>RILEVATI E RINTERRI</b>	<b>79</b>
<b>4.10</b>	<b>OPERE PROVVISORIALI</b>	<b>82</b>
4.10.1	PALANCOLATO METALLICO	82
<b>4.11</b>	<b>PARATIE E DIAFRAMMI</b>	<b>82</b>
4.11.1	PARATIE A PALI IN CALCESTRUZZO ARMATO DI GROSSO DIAMETRO ACCOSTATI.	83
4.11.2	DIAFRAMMI IN CALCESTRUZZO ARMATO.	84
4.11.3	FANGHI STABILIZZANTI	84
4.11.4	ARMATURE	85
4.11.5	PROVE E VERIFICHE SUL DIAFRAMMA	85
<b>4.12</b>	<b>TIRANTI DI ANCORAGGIO</b>	<b>85</b>
<b>4.13</b>	<b>PALIFICAZIONI</b>	<b>86</b>
4.13.1	ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI	88
4.13.2	MODALITÀ ESECUTIVE	89
4.13.2.1	Pali infissi gettati in opera	89
4.13.2.2	Pali infissi prefabbricati	92
4.13.2.3	Pali trivellati tradizionali	93
4.13.2.4	Pali trivellati con fanghi stabilizzanti	94
4.13.2.5	Pali trivellati con rivestimento provvisorio (tubo-forma estraibile)	95
4.13.2.6	Pali trivellati ad elica continua	96
4.13.2.7	Micropali in genere	97
4.13.2.8	Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive	98



4.13.3	PROVE SUI PALI	98
<b>4.14</b>	<b>NUOVE OPERE D'ARTE E INTERVENTI SULL'ESISTENTE</b>	<b>100</b>
4.14.1	GENERALITÀ	100
4.14.2	APPARECCHI DI APPOGGIO PER PONTI, VIADOTTI E PASSERELLE	103
4.14.3	GIUNTI DI DILATAZIONE PER PONTI, VIADOTTI E PASSERELLE	104
4.14.4	VERNICIATURE E IMPERMEABILIZZAZIONI	105
<b>4.15</b>	<b>OPERE E STRUTTURE DI MURATURA</b>	<b>106</b>
4.15.1	GENERALITÀ	106
4.15.2	MALTE PER MURATURE	106
4.15.2.1	Malte a prestazione garantita	106
4.15.2.2	Malte a composizione prescritta	107
4.15.3	MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE	108
4.15.4	MURATURA PORTANTE: TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE TECNICHE	111
4.15.5	MURATURA PORTANTE: ELEMENTI RESISTENTI IN MURATURA	113
4.15.6	MURATURA PORTANTE: ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE	115
4.15.7	MURATURE REI	116
<b>4.16</b>	<b>ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI</b>	<b>117</b>
<b>4.17</b>	<b>OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO</b>	<b>117</b>
4.17.1	GENERALITÀ	117
4.17.2	CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO	118
4.17.3	RESISTENZA AL FUOCO	119
4.17.4	STAGIONATURA E DISARMO	119
4.17.5	INTERVENTI SU STRUTTURE ESISTENTI	119
4.17.6	NORME PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE	120
4.17.6.1	Casseforme, armature e centinature	120
4.17.6.2	Armatura delle travi	120
4.17.6.3	Armatura dei pilastri	121
4.17.6.4	Copriferro e interferro	121
4.17.6.5	Ancoraggio delle barre e loro giunzioni	121
4.17.7	NORME ULTERIORI PER IL CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	122
4.17.8	RESPONSABILITÀ PER LE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO E CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	123
4.17.9	CALCESTRUZZO DI AGGREGATI LEGGERI	124
<b>4.18</b>	<b>STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO</b>	<b>124</b>
4.18.1	GENERALITÀ	124
4.18.2	PRODOTTI PREFABBRICATI NON SOGGETTI A MARCATURA CE	125
4.18.3	RESPONSABILITÀ E COMPETENZE	125
4.18.4	POSA IN OPERA	126
4.18.5	APPOGGI	126
4.18.6	REALIZZAZIONE DELLE UNIONI	126
4.18.7	TOLLERANZE	127
4.18.8	MONTAGGIO	127
4.18.9	CONTROLLO E ACCETTAZIONE	128
<b>4.19</b>	<b>COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.</b>	<b>128</b>



4.19.1	GENERALITÀ	128
4.19.2	DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO	129
<b>4.20</b>	<b>SOLAI</b>	<b>130</b>
4.20.1	GENERALITÀ	130
4.20.2	SOLAI DI CEMENTO ARMATO - MISTI - PREFABBRICATI: GENERALITÀ E CLASSIFICAZIONE	131
4.20.2.1	Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi forati in laterizio o in calcestruzzo	131
4.20.2.2	Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi diversi dal laterizio o calcestruzzo	132
4.20.2.3	Solai prefabbricati	133
4.20.2.4	Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in C.A. e C.A.P.	133
<b>4.21</b>	<b>STRUTTURE IN ACCIAIO</b>	<b>134</b>
4.21.1	GENERALITÀ	134
4.21.1.1	Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione	134
4.21.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	138
4.21.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	139
4.21.4	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE	141
4.21.4.1	Procedure di controllo su acciai da carpenteria	144
<b>4.22</b>	<b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)</b>	<b>146</b>
<b>4.23</b>	<b>ESECUZIONE DI COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)</b>	<b>148</b>
<b>4.24</b>	<b>OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTI</b>	<b>149</b>
4.24.1	MATERIALI	149
4.24.2	POSA DEI SERRAMENTI	150
4.24.3	SERRAMENTI REI – EI	151
4.24.4	STRUTTURE IN VETRO	151
<b>4.25</b>	<b>OPERE DA CARPENTIERE</b>	<b>157</b>
<b>4.26</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONI</b>	<b>158</b>
4.26.1	CATEGORIE DI IMPERMEABILIZZAZIONI	158
4.26.2	MATERIALI	159
<b>4.27</b>	<b>RIVESTIMENTI COMPLESSI</b>	<b>160</b>
4.27.1	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI RIGIDI	160
4.27.2	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLESSIBILI	161
4.27.3	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLUIDI	161
<b>4.28</b>	<b>PARETI ESTERNE</b>	<b>162</b>
4.28.1	STRATI FUNZIONALI	163
<b>4.29</b>	<b>PAVIMENTAZIONI</b>	<b>164</b>
4.29.1	ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	164
4.29.2	STRATI FUNZIONALI	165
4.29.3	PAVIMENTAZIONE SU STRATO PORTANTE	166
4.29.4	PAVIMENTAZIONI SU TERRENO	167
4.29.5	PAVIMENTAZIONI FLOTTANTI	168
<b>4.30</b>	<b>CONTROSOFFITTI</b>	<b>169</b>
4.30.1	REQUISITI REI	169



<b>5.</b>	<b>SCAVI ARCHEOLOGICI</b>	<b>170</b>
<b>5.1</b>	<b>INDICAZIONI</b>	<b>170</b>
<b>5.2</b>	<b>ALLESTIMENTO DEL CANTIERE E MISURE DI SICUREZZA</b>	<b>170</b>
<b>6.</b>	<b>SCORTE E RICAMBI</b>	<b>173</b>





## **1. OGGETTO DELL'APPALTO**

### **1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA**

La linea tranviaria si sviluppa tra i capolinea Fiera (zona sud-ovest della città), e Pendolina (zona nord-ovest) ed è per tutta la sua estensione in doppio binario. Lo sviluppo dei binari è di 11,298.01 km (binario pari - direzione Pendolina) e 11,206.77 km (binario dispari – direzione Fiera) esclusi i percorsi per raggiungere i depositi. In adiacenza alla fermata Fiera è collocato il deposito principale, mentre in prossimità di Pendolina si trova il deposito ausiliario. Oltre ai 2 capolinea sono presenti 19 fermate intermedie per un totale di 21 fermate.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo dell'opera, di cui il presente documento è parte integrante, e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

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

### **1.2 PREMESSA**

Nell'ambito delle opere e dei lavori oggetto del Capitolato Speciale d'Appalto, il presente capitolato tecnico tratta specificatamente tutte le macrocategorie di opere edili generali comuni a tutte le discipline del progetto.

Il presente Capitolato tecnico riporta pertanto le prescrizioni necessarie per la corretta esecuzione delle lavorazioni e per l'accettazione dei materiali, nonché le modalità di progettazione e di esecuzione; per quanto non compreso si rimanda ai capitolati generali e specialistici, alle specifiche tecniche dei prezzi di riferimento adottati per le singole voci, nonché alle generali norme di esecuzione a perfetta regola d'arte che qui si intendono incluse.

Quanto descritto nel presente capitolato è integrato da tutti gli altri Capitolati specialistici o generali del progetto ed è parte integrante del Progetto Definitivo dell'opera.

Inoltre, anche ove non specificato dettagliatamente nel presente documento, nell'esecuzione dei lavori dovranno essere osservate tutte le prescrizioni allegate alla delibera di Consiglio Comunale del Comune di Brescia di approvazione del Progetto Definitivo, quelle contenute nei pareri degli Enti della Conferenza dei Servizi e quelle contenute nei Regolamenti e nelle norme di settore del Comune di Brescia.



---

## 1. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

---

### 1.1 NORME GENERALI

#### 1.1.1 Generalità

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. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

#### 1.1.2 Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le prescrizioni date dalle specifiche tecniche dell'anno di riferimento dei Prezzari utilizzati per le singole voci di elenco prezzi, oltre a quanto presente nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; In assenza di precise indicazioni, verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

Il presente capitolato integra le specificazioni date dalle specifiche tecniche dell'anno di riferimento dei Prezzari utilizzati per le singole voci di elenco prezzi. Ove vi fosse discordanza fra quanto previsto nelle specifiche tecniche dei Prezzari e quanto previsto nel presente Capitolato, avrà prevalenza quest'ultimo.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata scomponendo l'importo delle opere a corpo nelle relative categorie di opere indicate nel Capitolato speciale, al netto del ribasso contrattuale. Per ogni categoria andrà infine contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Le norme particolari e integrative di misurazione per la contabilizzazione saranno quelle dei seguenti capitoli.

### 1.1.3 Demolizioni

I prezzi comprendono e compensano le opere provvisorie necessarie per la esecuzione delle demolizioni, quali ponti di servizio, puntellazioni, segnalazioni diurne e notturne, nel pieno rispetto di tutte le norme di sicurezza vigenti, il ripristino ed il compenso per danni arrecati a terzi; la demolizione con l'impiego di macchine adeguate al tipo e dimensione della demolizione. La rimozione, cernita e abbassamento al piano di carico con qualsiasi mezzo manuale e/o meccanico di qualsiasi materiale costituente l'edificio, il carico comunque eseguito, manuale e/o meccanico, ed il trasporto dei materiali di rifiuto agli impianti di stoccaggio, di recupero o a discarica autorizzata (esclusi eventuali oneri di smaltimento), compresa l'eventuale ripetuta movimentazione e deposito nell'ambito del cantiere prima del trasporto alle discariche autorizzate, quando necessario; queste operazioni verranno nel seguito spesso abbreviate nella definizione "movimentazione con qualsiasi mezzo nell'ambito del cantiere". Comunque, tutto quanto occorrente per la completa demolizione dei corpi di fabbrica nelle loro singole parti e strutture.

Tutti i materiali provenienti dalle demolizioni, rimozioni, disfacimenti, che a giudizio del direttore dei lavori siano riutilizzabili, sono di proprietà della Stazione Appaltante ed i prezzi compensano la cernita, il deposito nell'ambito del cantiere, il trasporto ai depositi comunali, ovvero il trasporto alle discariche autorizzate dei materiali non utilizzabili.

**I materiali commercializzati per il riciclaggio (ferro e metalli vari, in alcuni casi gli inerti di scavo, di demolizioni, ecc.) non danno luogo a rimborsi per oneri di smaltimento**, mentre i relativi compensi restano di proprietà della Appaltatore, salvo diversa pattuizione contrattuale. I prezzi relativi alla demolizione di tavolati e murature comprendono tutte le opere costituenti l'elemento (intonaci, rivestimenti di qualsiasi tipo, ecc.) e tutti gli elementi costituenti gli impianti contenuti nello spessore delle murature (tubazioni impianti meccanici ed elettrici, ventilazione, apparecchiature elettriche, ecc.);

Per quanto riguarda la demolizione di fabbricati, il prezzo comprende e compensa anche i tagli delle strutture collegate con edifici adiacenti o con parti di edificio che non vengono demolite, e la eventuale demolizione per fasi successive. Nel prezzo della demolizione è compreso, oltre a quanto espressamente indicato, la rimozione selettiva di tutto quanto contenuto all'interno del fabbricato come i serramenti, i corpi illuminanti, i corpi scaldanti, i sanitari, i quadri elettrici, le caldaie, le uti, gli arredi, ecc.

### 1.1.4 Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere al tracciamento delle opere civili, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

#### **1.1.5 Scavi in genere**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che incontrerà:

- 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, abbassamento, 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, comprese 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 e 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 con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi a sezione o 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 con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia, per gli scavi di fondazione da eseguire con l'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.



Dal volume degli scavi non si detrairà quello delle condutture in essi contenute, delle parti non scavate per lasciare passaggi o per naturali contrafforti, quelli delle fognature e dei muri che si debbono demolire.

Non verranno valutati come scavi di sbancamento maggiori volumi di scavo effettuati dall'Appaltatore per motivi di qualsiasi natura quando il loro tracciato non sia quello di stretta pertinenza delle opere da edificare.

Non verranno riconosciute maggiorazioni al volume di scavo per allargamenti della base effettuati per motivi operativi quali spazi di predisposizione dei casseri, indisponibilità nel cantiere di accessori per lo scavatore di larghezza conforme agli scavi previsti, ecc.

#### **1.1.6 Rilevati e rinterri**

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.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle eventuali prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

#### **1.1.7 Riempimenti 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.

#### **1.1.8 Paratie di calcestruzzo armato**

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta 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, di qualsiasi classe, compreso il maggior consumo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, l'eventuale sua saldatura in cantiere in caso di necessità, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, gli spostamenti delle attrezzature.

#### **1.1.9 Murature in genere**

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo 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 l'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 la 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 rette 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 ai 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.

Per le murature di mattoni ad una testa o in foglio si intende 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.

#### **1.1.10 Murature ed opere in pietra da taglio**

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 con le dimensioni assegnate dai tipi descritti.

#### **1.1.11 Casseforme**

Tutte le casseforme non comprese nei prezzi del conglomerato cementizio dovranno essere contabilizzate secondo le superfici delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio.

#### **1.1.12 Calcestruzzi**

In ogni caso non si deducono i vani di volume minore od uguale a mc 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto.

Il massetto di sottofondazione deve essere contabilizzato, in ogni caso, come sporgente dai bordi perimetrali della fondazione di cm 10, anche qualora l'Appaltatore, per propria utilità, al fine di facilitare la posa in opera delle casseforme e relative sbadacchiature, ritenesse di eseguirlo con sporgenza maggiore.

Qualora, invece, perché previsto in progetto o perché specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, tale sporgenza fosse superiore, deve essere contabilizzato l'effettivo volume eseguito.

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.

#### **1.1.13 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 pagata 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.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi o al taglio, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Per ogni tipo di solaio si effettuerà la misurazione vuoto per pieno con deduzione delle aperture di luce superiore ad 1,0 m<sup>2</sup>.

Le suindicate norme di misurazione sono da intendersi estese anche alle strutture inclinate che verranno misurate per la loro effettiva superficie in sviluppo.

#### **1.1.14 Ponteggi**

L'onere relativo alla realizzazione dei ponteggi orizzontali e verticali è sempre compreso nei prezzi di elenco dei lavori.

Per lavorazioni o altezze eccedenti quelle contemplate in elenco prezzi ovvero da realizzare in economia, il noleggio e l'installazione dei ponteggi verrà valutata a m<sup>2</sup> di effettivo sviluppo orizzontale o verticale secondo quanto previsto nelle voci di elenco.

#### **1.1.15 Lavori di metallo**

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **1.1.16 Assistenze edili**

Le assistenze specialistiche sono sempre comprese e compensate nei singoli costi dei materiali forniti e quindi già comprese e compensate in tutte le opere compiute.

Nei prezzi delle opere è stato considerato, in ogni valore delle lavorazioni, sempre compreso ogni e qualsiasi onere di posa in opera muraria, posa in opera specialistica, assistenza muraria e assistenza specialistica, comunque necessario per la completa e corretta esecuzione delle opere, escluso ogni ulteriore aggravio a carico del Committente.

Le assistenze murarie non sono comprese e quindi da quantificarsi a parte, per le sole opere compiute relative agli impianti tecnologici, secondo le definizioni delle lavorazioni, soggette ad assistenza muraria. Concorrono a determinare l'ammontare delle assistenze murarie degli impianti meccanici le tubazioni, i canali, gli allacciamenti e le derivazioni per terminali, mentre per i restanti importi la quota di assistenza muraria è già compresa nel prezzo della lavorazione.



Le assistenze sono definite per compensare tutte le assistenze murarie, la predisposizione o formazione di passaggi, fori, tracce, scassi, staffaggi, movimentazioni, ecc., e comunque ogni e qualsiasi attività che l'impresa debba prestare per rendere possibile il completamento degli impianti in ogni loro parte e la loro messa in funzione, senza ulteriori costi per la Committenza, con esclusione della formazione dei basamenti dei macchinari.

#### **1.1.17 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 soddisfino la Direzione dei Lavori.

In nessun caso verranno compensate le ore per lo spostamento di uomini dalla sede dell'Appaltatore Appaltatrice al luogo di intervento. Pertanto, sia per quanto riguarda gli interventi a misura che per quelli a corpo, la giornata lavorativa sarà contabilizzata dall'inizio della lavorazione nel luogo di intervento fino alla fine della lavorazione.

#### **1.1.18 Noleggi**

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

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a pie d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro in cantiere, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa, perdita di tempo o spostamento.

In nessun caso verranno compensate le ore per lo spostamento di mezzi dalla sede dell'Appaltatore Appaltatrice al luogo di intervento. Pertanto, sia per quanto riguarda gli interventi a misura che per quelli a corpo, la giornata lavorativa sarà contabilizzata dall'inizio della lavorazione nel luogo di intervento fino alla fine della lavorazione.

#### **1.1.19 Trasporti**

I trasporti di terre o altro materiale sciolto verranno valutati in base al volume prima dello scavo, per le materie in cumulo prima del carico su mezzo, senza tener conto dell'aumento di volume all'atto dello scavo o del carico, oppure a peso con riferimento alla distanza.

Qualora non sia diversamente precisato nella voce di Elenco Prezzi, sarà sempre compreso il carico e lo scarico dei materiali e il loro abbassamento/innalzamento fino alla quota di lavorazione o di carico sul mezzo. È inoltre compresa ogni spesa per dare il mezzo di trasporto in piena efficienza.

Il prezzo del trasporto eseguito con mezzi meccanici compensa ogni spesa di carburante, lubrificanti, le mercedi del personale di manovra, il deterioramento e la manutenzione dei mezzi meccanici stessi, nonché il compenso per le operazioni di carico e scarico con ogni aiuto di opera manuale o meccanica, le assicurazioni previste dalle leggi vigenti relative agli automezzi e ogni altra spesa corrente.





---

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Il servizio dei trasporti di materiali a volume, a numero o a peso non ha alcun limite né di luogo, né di quantità, né di tempo.

La misura del volume dei materiali sciolti come ghiaia, pietrisco, pozzolane, malte, pietra, scheggiosi, mattoni, melme, immondizie, ecc., ove sia ritenuto necessario alla Direzione Lavori ai fini della esatta cubatura, si effettuerà in stipe regolarmente conformate o in cassoni di misura da fornirsi dall'appaltatore a sue spese o si ricaverà da quella dei recipienti o dei veicoli in cui le materie verranno contenute o trasportate.

Ove trattasi di trasporto di terre, nel prezzo è compreso di disporre le terre di scarico in regolari riporti di dimensioni, livello e scarpate quali saranno all'appaltatore ordinati. Quando il luogo o i luoghi di scarico non vengano designati dall'Amministrazione si intende che l'Appaltatore dovrà valersi degli scarichi pubblici o procurarsene altri autorizzati a sua cura e spese e fornendo vidimazione d'identificazione del rifiuto trasportato, secondo le norme vigenti.

---

## 2. QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

---

### 2.1 NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale, nonché di quanto prescritto a progetto e in relazione ai Criteri Ambientali Minimi; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Appaltatore la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico, quando non già compensate dalla voce in Elenco Prezzi della lavorazione stessa. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Tutte le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 1 comma 2 dell'Allegato II.14 al d.lgs. n. 36/2023 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

## 2.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

- a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.
- b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.
- c) Cementi e agglomerati cementizi.
  - 1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.
  - 2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè 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 595/65 e all'art. 59 del d.P.R. 380/2001 e s.m.i. 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.
  - 3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.
- d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.
- e) 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. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.
- f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.3 MATERIALI PER RILEVATI E STRADE**

I materiali devono essere classificati secondo la norma UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688.

La Direzione dei Lavori, in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili».

## **2.4 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE**

- 1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.
- 2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle citate norme.

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **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. 17 gennaio 2018, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

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

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere un controllo di accettazione avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

## **2.6 VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO**

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

## 2.7 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE l'appaltatore deve fornire al Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – quando richiesto da normativa – copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, l'Appaltatore dovrà fornire al Direttore dei Lavori attestazione del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione o del Certificato di Valutazione Tecnica. I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

I prodotti consegnati in cantiere dovranno corrispondere a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione. La Direzione Lavori potrà accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

### 2.7.1 Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.

Devono essere rispettate tutte le seguenti norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato: UNI EN 1992-1-1, UNI EN 206, UNI EN 13670-1, UNI EN 459-3, UNI EN 480-1,



UNI EN 12350-8, UNI EN 12390-6, UNI EN 459-2, UNI EN 998-2, UNI 11104, Decreto CSLP 9 aprile 2019, n. 208 - Linee guida per la qualificazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC, DM del 17 gennaio 2018.

### **Controllo di Accettazione**

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

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

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3 tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo.

In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera, a totale onere dell'Appaltatore.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere a sue spese ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto § 11.2.6 del D.M. 17 gennaio 2018. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa. La perdita di valore dell'immobile dovute alle diminuite caratteristiche prestazionali e le spese per il consolidamento o la demolizione e ricostruzione delle strutture sono a totale onere dell'Appaltatore.

Il collaudatore può prescrivere l'esecuzione di prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, può rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

### **2.7.2 Acciaio**

Devono essere rispettate tutte le seguenti norme di sistema di designazione degli acciai: D.M. Infrastrutture e trasporti 15/11/2011, DM del 17 gennaio 2018, UNI EN 10020, UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219-1, UNI EN 10027.

Fare inoltre riferimento alle:

- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive;
- Linee Guida per il calcestruzzo strutturale;
- Linee guida per il calcestruzzo ad alta resistenza;
- Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato

pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP

#### **Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative.

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

#### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, può rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.





## **Le forme di controllo obbligatorie**

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo il Lotto di produzione si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

## **La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso fabbricante, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, l'apposizione di targhe o cartellini, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

#### **Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio**

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

#### **Conservazione della documentazione d'accompagnamento**

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

#### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.



Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

### **Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

### **Rintracciabilità dei prodotti**

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

### **Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui al D.M. 17 gennaio 2018, fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;



c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del punto 11.3.1.5 del D.M. 17 gennaio 2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

### **2.7.3 Acciaio per usi strutturali**

#### **Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali**

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e si applica la procedura di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.4.11.1 del citato decreto.

Per le palancole metalliche e per i nastri zincati di spessore  $\leq 4$  mm si farà riferimento rispettivamente alle UNI EN 10248-1 ed UNI EN 10346.

Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A) del decreto, in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1090-1.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Dichiarazione delle prestazioni dei componenti, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti della norma tecnica del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1 di detta norma.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di

prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 148-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

In sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

#### Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
<b>UNI EN 10025-3</b>				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
<b>UNI EN 10025-4</b>				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
<b>UNI EN 10025-5</b>				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

#### Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento	
	$t \leq 40$ mm	$40$ mm $< t \leq 80$ mm

	fyk [N/mm <sup>2</sup> ]	ftk [N/mm <sup>2</sup> ]	fyk [N/mm <sup>2</sup> ]	ftk [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		
S 460 NH/NHL	460	550		

## 2.7.4 Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio per rinforzo strutturale

### Prescrizioni per il tessuto unidirezionale in fibra di carbonio per rinforzo strutturale

L'uso del tessuto unidirezionale in fibra di carbonio, con gli adesivi approvati, per il consolidamento di travi in cemento armato è una tecnica ampiamente diffusa nel mercato nazionale ed internazionale. Tale sistema è inoltre largamente impiegato nel settore della conservazione e messa in sicurezza di edifici storici e monumentali. Dal 2005 in Italia il progetto e il dimensionamento degli interventi con l'impiego degli FRP è regolamentato dalle linee guida CNR DT 200/2004, approvate dal Cons.Sup. dei LLPP nel Luglio 2009 assieme alle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni. Il documento aggiornato CNR DT 200 R1 2013 riguarda l'impiego dei materiali compositi nel settore del cemento armato e delle murature. A titolo informativo molti altri Paesi hanno approvato linee guida e norme nel settore degli FRP, tra cui si citano le BS 8110, le DIN 1045-1, le ACI 440.2R-02.

Nello specifico, l'Appaltatore dovrà garantire fornitura e montaggio di rinforzo FRC o FRCM, come previsto nella relativa voce di Elenco Prezzi.

Il sistema di rinforzo strutturale, se non già coperto da Marcatura CE, dovrà essere munito del relativo Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) emanato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (o Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (CIT) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, quando del caso), attestante le caratteristiche, oltre che alle Linee guida di cui ai DPCS LL.PP. n. 292 del 29/05/2019

e DPCS LL.PP. n. 220 del 09/07/2015, quando cogenti. Gli adesivi dovranno essere marcati secondo la EN 1504-4. I materiali dovranno essere rispondenti ai CAM.

E' compreso e compensato nel prezzo tutto quanto occorre per dare i rinforzi in opera a perfetta regola d'arte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE		
Proprietà	Valore	Normativa di riferimento
Larghezza tessuto [cm]	10-20-30-50	
Densità della fibra, $\rho_{fib}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,82	ASTM D 792 ISO 1183-1
Resistenza meccanica a trazione della fibra [MPa]	5300	
Massa del tessuto per unità di area, $P_x$ [g/m <sup>2</sup> ]	300	ISO 3374
Densità della resina, $\rho_m$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,16	ISO 1675
Area equivalente, $A_t$ [mm <sup>2</sup> /m]	165	UNI EN 2561
Spessore equivalente, $t_{eq}$ [cm]	0,165	UNI EN 2561
Frazione in peso delle fibre nel composito [%]	38	
Frazione in volume delle fibre nel composito [%]	28	
Temperatura di transizione vetrosa del Primer, $T_g$ [°C]	69	ISO 11357-2:1999(E) (DSC)
Temperatura di transizione vetrosa della resina, $T_g$ [°C]	81	ISO 11357-2:1999(E) (DSC)
Temperatura limite, minima e massima, di utilizzo	-10°C / +54°C	
Temperature di applicazione del sistema [°C]	+10°C / +35°C	
Reazione al fuoco	F	EN 13501-1
Resistenza al fuoco	NPD	
PROPRIETÀ MECCANICHE		
Proprietà	Valore	Normativa di riferimento
Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre, $E_t^f$ [GPa] <i>valore medio</i>	250	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, $f_{fib}^{fib}$ [MPa] <i>valore medio</i>	3800	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, $f_{fib}^{fib}$ [MPa] <i>valore caratteristico</i>	3500	UNI EN 2561
Deformazione a rottura, $\epsilon^{fib}$ [%]	1,5	UNI EN 2561
CARATTERISTICHE DELL'ADESIVO		
Tipo di resina	Epossidica bicomponente	
Densità [g/cm <sup>3</sup> ]	1,16	
Viscosità a 23° [mPa s]	2700	
Rapporto di catalisi in peso	3:1	
Pot Life a 23°C [min]	30	
Modulo elastico a trazione [MPa]	4400	
Modulo elastico a flessione [MPa]	4500	
Resistenza a trazione [MPa]	30	
Allungamento a trazione [%]	0,9	
Adesione al calcestruzzo [MPa]	>3	
Temperatura di transizione vetrosa $T_g$ [°C]	81	

## 2.7.5 Prodotti a base di legno

### 2.7.5.1 Definizione

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.

In ogni caso dovranno essere rispettate le specifiche e le indicazioni di cui alle Norme Tecniche 2018 ed alle relative disposizioni e circolari applicative. Le prescrizioni di cui alle NTC 2018 in caso di contrasto, prevarranno sulle indicazioni di normative precedenti.

Dovranno quindi essere rispettate le specifiche di cui ai capitoli 11.7 Materiali e prodotti a base di legno. Con riferimento ai materiali utilizzati nel presente progetto si richiamano in particolare i punti 11.7.2 (relativo a legno massiccio), 11.7.3 (legno strutturale con giunti a dita) 11.7.4 (legno lamellare incollato), 11.7.7 (adesivi) ed 11.7.8 (elementi meccanici di collegamento), che vengono qui riportati.

Integrazione delle NTC 2018 e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Si riportano di seguito prescrizioni aggiuntive.

#### **2.7.5.2 Legno massiccio**

Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da CEN o da UNI), e per i quali sono disponibili dati ricavati su campioni "piccoli e netti", è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.

#### **2.7.5.3 Legno strutturale con giunti a dita**

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita devono essere conformi alla norma UNI EN 385:2003, e laddove pertinente alla norma UNI EN 387:2003.

Nel caso di giunti a dita a tutta sezione il produttore dovrà comprovare la piena efficienza e durabilità del giunto stesso. La determinazione delle caratteristiche di resistenza del giunto a dita dovrà basarsi sui risultati di prove eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il giunto sarà soggetto per gli impieghi previsti nella struttura.

Elementi in legno strutturale massiccio congiunti a dita non possono essere usati per opere in classe di servizio 3.



#### **2.7.5.4 Legno lamellare incollato**

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo.

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma UNI EN 386:2003.

#### **2.7.5.5 Classi di resistenza**

L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti.

##### **Classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle**

Le singole lamelle vanno tutte individualmente classificate dal produttore come previsto al § 11.7.2.

L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo quanto previsto nella norma UNI EN 1194:2000.396

Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.

##### **Attribuzione diretta in base a prove sperimentali**

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla UNI EN 1194:2000, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

#### **2.7.5.6 Adesivi**

##### **Adesivi per elementi incollati in stabilimento**

Gli adesivi fenolici ed amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301:2006 In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico od amminoplastico così come specificato nella norma UNI EN 301:2006, tramite idonee prove comparative.

## **Adesivi per giunti realizzati in cantiere**

In attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301:2006) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

### **2.7.5.7 Elementi meccanici di collegamento**

Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc...) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

## **2.8 MATERIALI ARCHITETTONICI**

### **2.8.1 Prodotti a base di legno**

#### **2.8.1.1 Segati di legno**

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto, nel prezzo di riferimento per la voce, 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;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 6.3 - Pannelli a base di fibra di legno

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 caratteristiche di cui alla norma UNI EN 316.

La superficie potrà essere:

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

#### **2.8.1.2 Pannelli a base di particelle di legno**

I pannelli a base di particelle di legno a compimento di quanto specificato nel progetto, nel prezzo di riferimento per la voce, 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 %  $\pm 3$  %.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento dopo immersione in acqua: 12 % massimo.

### **Pannelli di legno compensato e paniforti**

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

- tolleranze sulle lunghezze e larghezze:  $\pm 5$  mm (UNI EN 315);
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm (UNI EN 315);
- umidità non maggiore del 12 %.

## **2.8.2 Prodotti per pavimentazione**

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 sull'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.

### **2.8.2.1 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 dell'ordine di 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino). A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

**Granito** (termine commerciale): roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs dell'ordine 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, feldspatoidi). A questa categoria appartengono:

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

**Travertino** (termine commerciale): roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili. A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte
- 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, tufi, ecc.) al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leuciti, ecc).

**Pietra** (termine commerciale): roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

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 UNI 8458

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a. appartenere alla denominazione commerciale e petrografica indicate nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesto nonché essere conforme ad 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
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurata secondo la norma
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma
  - 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.

I valori dichiarati dovranno essere accettati dalla direzione dei lavori.

## 2.8.2.2 Prodotti di ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo UNI EN 14411.

a) a seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 14411) le piastrelle di ceramica devono rispondere alle seguenti caratteristiche, secondo i relativi metodi di prova indicati:

Tab. 2.II - Classificazione delle caratteristiche tecniche delle piastrelle di ceramica contemplate nelle norme vigenti/  
Classification of technical characteristics of ceramic tiles contemplated by applicable standards

	CARATTERISTICA/CHARACTERISTIC	Metodo di Prova - Norma EN ISO - Test Method - EN ISO standard	Pavimento Floor		Rivestimento Wall	
			INT.	EST.	INT.	EST.
Caratteristiche Strutturali Structural Characteristics	Assorbimento d'acqua/Water absorption	10545.3	X	X	X	X
	Porosità/Porosity					
	Densità apparente/Apparent density					
Caratteristiche di Regolarità Evenness Characteristics	Dimensioni e aspetto/Dimensions and surface quality	10545.2	X	X	X	X
	Differenze di colore/Small colour differences	10545.16	X	X	X	X
Caratteristiche Meccaniche Massive Bulk Mechanical Characteristics	Modulo di Rottura a flessione/Modulus of rupture	10545.4	X	X	X	X
	Sforzo di rottura a flessione/Breaking strength					
Caratteristiche Meccaniche Superficiali Surface Mechanical Characteristics	Resistenza all'impatto/Impact resistance	10545.5	X	X		
	Resistenza all'abrasione/Abrasion resistance Piastrille non smaltate/Unglazed tiles	10545.6	X	X		
	Resistenza all'abrasione/Abrasion resistance Piastrille smaltate/Glazed tiles	10545.7	X	X		
Caratteristiche Termo-Igrometriche Thermal and Hygrometric Characteristics	Resistenza al gelo/Frost resistance	10545.12		X		X
	Resistenza agli shock termici/Thermal shock resistance	10545.9	X	X	X	X
	Dilatazione termica/Linear thermal expansion	10545.8	X	X	X	X
	Dilatazione all'umidità/Moisture expansion	10545.10	X	X	X	X
	Resistenza al cavillo/Crazing resistance Piastrille smaltate/Glazed tiles	10545.11	X	X	X	X
Caratteristiche Chimiche Chemical characteristics	Resistenza all'attacco chimico/Chemical resistance	10545.13	X	X	X	X
	Resistenza alle macchie/Resistance to stains	10545.14	X	X	X	X
Caratteristiche di Sicurezza Safety characteristics	Cessione di Piombo e Cadmio Release of Lead and Cadmium	10545.15	X		X	
	Resistenza allo scivolamento (coefficiente di attrito) Slip resistance (coefficient of friction)		X	X		

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

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggono 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.

### **2.8.2.3 Prodotti di gomma, vinile**

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza, e a complemento, si intendono in attuazione alle norme UNI EN ISO 10874, EN 685 33/42 – 34/43, con Reazione al fuoco euroclasse (BFL-s1) (CFL-s1) se impiegato lungo le vie di esodo o, oltre alle precedenti, (BFL-s1) se impiegato in altri ambienti.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle UNI precitate.

### **2.8.2.4 Prodotti di resina**

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati in sito saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (i1)
- a saturazione (i2)
- mediante film con spessori fino a 200 m (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 punto 13.1 facendo riferimento alla UNI 8298 (varie parti).

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.

### **2.8.2.5 Prodotti di calcestruzzo**

I 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:

**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 EC 2-2008 UNI EN 1338.

Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamente devono rispondere a quanto segue:

- a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superano 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
- b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza 15% per il singolo massello e 10% sulle medie
- c) 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
- d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media
- f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm per la media

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

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

#### **2.8.2.6 Prodotti di metallo**

I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date nella UNI EN 10363. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudicano l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

#### **2.8.2.7 Prodotti di legno**

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.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- 1) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
- 2) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
  - a) qualità I:
    - 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;
    - ii. imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10 % degli elementi;
  - b) qualità II:

- 
- i. 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;
  - ii. imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
  - iii. piccole fenditure;
  - iv. alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
- c) qualità III:
- i. esenti da difetti che possano compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
  - ii. alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
  - iii. avere contenuto di umidità tra il 10 e il 15 %;
- d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:
- i. listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
  - ii. tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;
  - iii. mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;
  - iv. 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; per i metodi di misura valgono le prescrizioni delle norme vigenti;
- 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).



## 2.9 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE

### 2.9.1 Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane

Si intendono prodotti per impermeabilizzazioni 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.
- a) le membrane si designano descrittivamente in base:
1. al materiale componente (esempio: Bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene, etilene vinil-acetato, ecc.)
  2. al materiale di armatura inseriti nella membrana (esempio: Armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.)
  3. al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.)
  4. al materiale di finitura della faccia inferiore
- b) i prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:
1. mastici di rocce asphaltiche e di asfalto sintetico
  2. asfalti colati
  3. malte asphaltiche
  4. prodotti termoplastici
  5. soluzioni in solvente di bitume
  6. emulsioni acquose di bitume
  7. prodotti a base di polimeri organici

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

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.

Devono rispondere alle prescrizioni del progetto e in assenza delle stesse devono avere Marcatura CE e dichiarazione di prestazione DoP ed avere le caratteristiche minime richieste dalle normative di settore. Si riportano di seguito le più importanti, come esempio non esaustivo:

- norma tecnica europea 13707;
- ENV 1187 (B ROOF T1-T2-T3);
- EN 1504-2 (C) principi PI-MC-RC-IR;
- norma tecnica europea EN 13707 con destinazioni d'uso idonee all'applicazione specifica;
- UNI EN 1109;
- EN 1110;

- UNI EN 12311-1;
- UNI EN 12317-1;
- EN 1504-2 (C) principi PI-MC-IR;
- requisiti di risparmio energetico ENERGY STAR;

### **2.9.2 I prodotti forniti sotto forma di liquidi**

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) a seconda del materiale costituente devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

- Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati per i diversi tipi, alle prescrizioni della UNI 4157.
- Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla UNI 5660 FA 227
- Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla UNI 5654 FA 191
- Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla UNI 4377 FA 233
- Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla UNI 4378 FA 234
- I prodotti fluidi od in paste a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici, epossipoliuretanici, epossicatrame, polimetilcatrame, 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.

I criteri di accettazione sono quelli conformi alle norme UNI di riferimento.

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

## **2.10 PRODOTTI PER COPERTURE**

### **2.10.1 Tetto verde**

Si intende il pacchetto di copertura posto all'estradosso dei solai già predisposti per le apposite pendenze. Il sistema è da comporre come da progetto, ma in ogni caso dev'essere composto almeno da (partendo dal basso verso l'alto): barriera al vapore; strato impermeabile - formato da un primo telo di guaina bituminosa di almeno mm 4 ed un secondo telo con funzione anche antiradice; Strato di protezione meccanica, elemento drenante e di accumulo idrico in polistirene espanso sinterizzato; elemento filtrante geotessile stabilizzante in fibre di polipropilene; substrato di coltura alleggerito, predisposto per la messa a dimora estensiva di apposite essenze vegetali. Il tutto finito con fertilizzante di completamento a lento e graduale rilascio dei nutrienti e con fasce di zavorramento, cioè uno strato di protezione e drenaggio perimetrale di sicurezza (largh. cm 50ca.) in ghiaia tonda, lavata, di granulometria 20 - 30 mm, per uno spessore massimo pari a quello del substrato stabilizzato.

#### **2.10.1.1 Telo antiradice**

Impermeabile, in LD-PE, spessore 0,36 mm, ca. 330 g/m<sup>2</sup>, nero, stabilizzato UV, compatibile con bitume e polistirolo, privo di plastificanti, resistente alle radici, barriera vapore (sd  $\geq$  200 m), fornitura e posa su tutta la superficie con almeno 1,50 m di sovrapposizione o comunque secondo le indicazioni del produttore.

#### **2.10.1.2 Strato protettivo ad accumulo e ad isolamento termico**

Pannelli realizzati in polistirene espanso sinterizzato, utilizzati per il drenaggio dell'acqua e lo stoccaggio idrico nelle coperture, forniti in lastre. Conformi alla norma UNI 11235. La parte superiore del pannello presenta una serie parallela di celle, dotate di troppo pieno, che assolvono il compito di accumulo idrico con una capienza opportunamente dimensionata. Con strato di aerazione superiore, necessario per impedire il contatto dell'acqua con il substrato. Con camera drenante continua inferiore necessaria per consentire il deflusso dell'acqua non immagazzinabile all'interno del sistema.

#### **2.10.1.3 Elemento filtrante**

Geotessile stabilizzante in fibre di polipropilene, spessore e peso come da progetto, o in assenza di indicazioni ca. 220 g/m<sup>2</sup> (+/-10%), resistenza al punzonamento secondo DIN/EN/ISO 12236: 1100 N, classe robustezza geotessili 2, forza di trazione massima secondo DIN/EN/ISO 10319: 7,0 kN/m, allungamento di rottura: min. 40/55%, permeabilità all'acqua secondo EN ISO 12956: 0,07 m/s, fornitura e posa su tutta la superficie degli elementi di drenaggio con 20 cm di sormonto sui margini.

#### **2.10.1.4 Dispositivo anticaduta tetto piano**

in conformità a DIN EN 795, classi A-C-E come dispositivo anticaduta senza foratura della guaina del tetto, per interventi di manutenzione, composto da elementi grigliati in materiale sintetico fissati a una piastra con una superficie complessiva di ca. 5,3 m<sup>2</sup> e un punto di ancoraggio in acciaio posizionato al centro della piastra, fornitura e posa in conformità alle indicazioni del produttore. L'ancoraggio del sistema avviene tramite materiale ghiaioso oppure substrato autorizzato dal produttore. Carico con inclinazione tetto 0°-2° min. 90 kg/m<sup>2</sup>.

Carico con inclinazione tetto 2°-5° min. 110 kg/m<sup>2</sup>.

La planimetria deve essere approvata dal produttore.

#### **2.10.1.5 Substrato**

Substrato di vegetazione per coltivazione estensiva di coperture verdi, prodotto con un miscuglio di materiali minerali di origine vulcanica opportunamente miscelati con sostanze organiche per essere efficacemente utilizzato nella realizzazione di coperture a verde pensile, caratteristiche in conformità alle direttive FLL relative ai substrati per vegetazione per coltivazione estensiva, resistente al fuoco, al gelo e strutturalmente stabile. In assenza di specifiche caratteristiche a progetto: caratteristiche minime da UNI 11235.

#### **2.10.1.6 Semina a secco "Tappeto sedum"**

Misto di Sedum, min. 5 specie diverse tra le seguenti: Acre Majus, Kamtschauticum Diffusum, Album Coral Carpet, Spurium Fuldaglut, Album Athoum, Spurium Tricolor, Anopetalum Montanum, Weihenstephaner Gold, Sedum Spectabile, Mesembryanthemum.

Metodologia di impianto più adeguata al contesto: in talee, in zolla prevegetata o in vasetto.

Compresa fornitura, piantumazione accurata e rullatura, inclusa prima irrigazione.

Caratteristiche tecniche di semina:

	SEDUM TALEA	SEDUM ZOLLA	SEDUM VASETTO
Quantità necessarie	80-100 gr./mq	n.1 zolla/mq	8-10 pz/mq

#### **2.10.2 Lastre di metallo**

Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e del prezzo di riferimento.

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.

#### **2.10.3 Rivestimenti metallici per manti di copertura e lattonerie**

Per rivestimento metallico per manti di copertura si intende un rivestimento metallico a giunti drenanti avente caratteristiche di tenuta idrica del manto in qualsiasi condizione atmosferica, ivi comprese le condizioni di completo allagamento del manto stesso, e ciò senza l'utilizzo di guarnizioni; le lastre dovranno avere lunghezza uguale a quella della falda. Il fissaggio delle lastre di copertura sarà eseguito mediante gruppi composti da staffe in poliammide rinforzato vetro e viti in acciaio zincato, che consentiranno l'ancoraggio del manto agli arcarecci sottostanti senza alcuna perforazione delle lastre di copertura e permetteranno altresì il libero movimento per effetto delle dilatazioni e contrazioni termiche.

Nel rivestimento si intendono comprese le lavorazioni sul colmo con scossaline, staffe di fissaggio, ecc, nonché l'la realizzazione dei canali di gronda comprensivi di raccordi agli scarichi, rivettature e sigillature realizzati in alluminio.

Di tutte le opere ordinate, l'Appaltatore deve preventivamente presentare un campione non verniciato. A tale campione, ancorché corrisponda all'ordinazione e ai disegni, l'Appaltatore deve apportare quelle modifiche che la Direzione lavori crederà di introdurvi senza che perciò possa



eccepire sui prezzi e condizioni del contratto, che rimangono inalterati. Tutta la somministrazione deve uniformarsi esattamente al campione approvato, il quale rimarrà depositato presso la Direzione lavori.

**Caratteristiche geometriche:**

larghezza lastra : 500 mm massimo - Pendenza minima della copertura : 0,5% o comunque come da indicazioni del produttore; interasse appoggi 1.2 m o comunque come da indicazione del produttore.

**Caratteristiche meccaniche:**

Alluminio lega 5754 preverniciato Spessore: 0,7 - 0,8 - 1 mm

**Caratteristiche cromatiche:**

Colori a scelta della Direzione dei Lavori.

Lo staffaggio dei canali di gronda dovrà avere un passo massimo di 1 metro, o comunque come da indicazioni del produttore

I giunti di dilatazione dovranno essere in EPDM da applicare su gronde di lunghezza superiore ai 20 m, ad un passo di circa 10 m. mediante rivettatura e doppia siliconatura, per consentire i movimenti dei pezzi per dilatazione termica e mantenere la continuità degli elementi per tutta la lunghezza dell'edificio.

Nell'ambito del rivestimento si intendono altresì compresi i pluviali in alluminio preverniciato – dello stesso colore della copertura. Diametro di mm 80- 100. Sono compresi i collari . Le curve saranno calcolate come 1 ml di pluviale.

Le lattonerie standard per la formazione di scossaline, cappellotti, gocciolatoi, compresi accessori di fissaggio (escluse eventuali staffe di supporto) dovranno essere realizzate in alluminio preverniciato di colore bianco o grigio perla. I pezzi saranno uniti mediante rivettatura e sigillatura con fissaggi diretti.

Nell'ambito della lavorazione si intendono altresì compresi i pezzi speciali e le lavorazioni per il raccordo della copertura con corpi emergenti, finestre a tetto o lucernari, camini ed evacuatori di fumo.

## **2.10.4 Prodotti per la raccolta e convogliamento delle acque meteoriche**

### **2.10.4.1 Sistema di drenaggio sifonico**

Tale sistema sfrutta l'altezza dell'edificio quale forza motrice, consentendo di raggiungere elevate velocità di deflusso massimizzando così l'efficienza del drenaggio. Il sistema di drenaggio costituito da speciali pozzetti di raccolta ingegnerizzati e collaudati in accordo alle normative ASME A112.6.9 e EN 1253-2, collegati a tubazioni di polietilene alta densità dimensionati per poter operare in depressione, ad alte portate e a sezione piena.

I parametri di seguito specificati sono funzionali al dimensionamento:

- Superficie totale da drenare;
- Tipo d'installazione dei pozzetti;

- Tipo di pozzetto;
- Tipo di superficie della copertura;
- Intensità di pioggia;
- Coefficiente di drenaggio;
- Altezza del tetto da terra,
- Percentuale di manicotti utilizzati;

I collari possono essere fissati alla struttura dell'edificio mediante flangia in acciaio zincato. I tubi del collettore eventualmente appesi al soffitto, possono essere fissati mediante barra filettata ed accessori.

La realizzazione di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche deve prevedere un sistema di sicurezza di troppo pieno.

### **Manutenzione**

Come richiesto dalle normative tecniche in vigore è necessario eseguire una manutenzione preventiva periodica dell'impianto pluviale sifonico (così come per un impianto convenzionale) almeno una volta all'anno ed in ogni caso in relazione alla zona dove si trova l'edificio. La manutenzione deve garantire che l'intero sistema pluviale mantenga inalterata la sua funzionalità ed in particolare è necessario assicurarsi che i pozzetti siano liberi da qualsiasi ostruzione. La rimozione delle griglie antifoglie e dei dischi antivortice dei pozzetti deve essere effettuata per la sola operazione di pulizia. È altresì importante assicurarsi periodicamente che i supporti e gli staffaggi del sistema siano in sicurezza.

## **2.11 PRODOTTI DI VETRO**

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. 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 criteri di scelta dei vetri da usare, sia in applicazioni esterne sia interne, vengono indicati dalla norma UNI 7697 ( Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie).

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.

### **2.11.1 Vetri piani grezzi**

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 UNI EN 572 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.

### **2.11.2 Vetri piani lucidi tirati**

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 lavorazione di superficie.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la 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.

### **2.11.3 Vetri piani trasparenti float**

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 UNI EN 572 e la UNI 7697 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.

### **2.11.4 Vetri piani temperati**

I vetri piani temperati 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 UNI EN 12150 e la UNI 7697 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.

### **2.11.5 Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)**

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro (solitamente incolore che non abbiano subito trattamento di tempra o trattamenti superficiali) tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, o 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.

Assemblaggio e posa della vetrata deve avvenire in conformità alla UNI 7697.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dal progetto, con specifico riferimento ai valori presenti nella Legge 10, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

#### **2.11.6 Vetri piani stratificati**

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

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme tecniche di settore, tra cui la UNI 7697, la UNI EN 572 e la UNI EN 12600.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dal progetto, con specifico riferimento ai valori presenti nella Legge 10, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

#### **2.11.7 Vetri piani profilati ad U**

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 UNI EN 572 e la UNI 7697 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

#### **2.11.8 Vetri pressati per vetrocemento armato**

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 UNI EN 1051.

### **2.12 PRODOTTI DIVERSI**

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 una 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.

### **2.12.1 Sigillanti**

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 quanto il prodotto risponde al progetto od alle norme 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.

### **2.12.2 Adesivi**

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 i diversi supporti (murario, ferroso, 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.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quanto 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.

### **2.12.3 Geotessili**

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.

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 fra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco e da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, nel prezzo di riferimento, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1\%$ ;
- spessore:  $\pm 3\%$ ;
- resistenza a trazione (non tessuti UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione (non tessuti UNI EN ISO 9073-4; tessuti UNI 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera (non tessuti UNI EN 8279-11; tessuti UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi (non tessuti UNI EN ISO 9073-6);
- assorbimento (non tessuti UNI EN ISO 9073-6);
- variazione dimensionale a caldo (non tessuti UNI EN 8279-12);
- permeabilità all'aria (non tessuti UNI EN 8279-3).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quanto 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 costituite da filamento continuo o da fiocco
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo dovranno essere muniti di marcatura CE.

#### **2.12.4 Prodotti per vespai aerati**

Si utilizzeranno prodotti in polipropilene (PP) per la realizzazione di vespai aerati, o altri di analoghe caratteristiche approvati dalla Direzione dei Lavori.

Gli elementi, collegati gli uni agli altri, dovranno comporre una struttura autoportante atta a ricevere il getto di calcestruzzo di completamento e i carichi fissi e variabili previsti per la pavimentazione di progetto.

Dovranno inoltre avere Marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione.

### **2.13 INFISSI E SERRAMENTI**

#### **2.13.1 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.

La norma UNI EN 14351-1 si applica alle finestre, alle portefinestre, alle porte pedonali esterne, alle porte esterne sulle vie di fuga, alle finestre da tetto/lucernari (incluse quelle resistenti al fuoco proveniente dall'esterno), alle finestre a nastro, alle finestre accoppiate e alle finestre doppie.

Prodotti a cui non è applicabile la norma UNI EN 14351-1:

- alle finestre, portefinestre e porte pedonali con caratteristiche di resistenza al fuoco e tenuta al fumo (EN 14351-3]
- alle facciate continue [UNI EN 13830]
- alle porte e cancelli industriali, commerciali e da garage [UNI EN 13241-1] 184
- alle porte interne [prEN 14351-2]
- alle chiusure oscuranti esterne [UNI EN 13659]
- ai lucernari secondo la UNI EN 1873 e la UNI EN 14963
- alle porte girevoli

Gli infissi 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.

I serramenti dovranno rispettare, in materia di prestazione energetica, i requisiti minimi stabiliti dal D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.

Devono essere prodotte le documentazioni che certificano la rispondenza minima al progetto o, in assenza, alle seguenti norme:

- Marcatura CE in conformità alla Direttiva CEE 89/106;
- classe 4 di permeabilità all'aria secondo UNI EN 1026 – UNI EN 12207;
- classe 9A di tenuta all'acqua secondo UNI EN 1027 - UNI EN 12208;
- classe C5 di resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12211 - UNI EN 12210;

- potere fonoisolante pari a 34 dB (ISO 717);
- prestazione energetica secondo D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

### **2.13.2 Luci fisse**

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno 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.

### **2.13.3 Serramenti interni ed esterni**

I serramenti interni ed esterni (finestre, porta finestre, e simili) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

### **2.13.4 Vetrocamera**

Vale quanto già indicato nel capitolo 2.11.5 del presente CSA.

### **2.13.5 Veneziane intercluse nelle vetrocamere**

In progetto è prevista l'installazione di sistemi oscuranti a veneziana all'interno dei vetrocamere, sia con camere d'aria da 22 mm che da 27 mm, motorizzata attraverso centralina alimentata per movimentazione pulsanti a muro singoli e/o di gruppo e radiocomando destinata al montaggio in vetrata isolante.

Le tende veneziane in vetrocamera devono essere dotate di centralina a 2-4-6-8-10-12 canali la quale permette movimentazione delle tende singole e/o in gruppo in funzione automatica veloce oppure in funzione manuale lenta al fine di orientare a piacimento le lamelle attraverso pulsanti a muro e/o con ricevitore radio al fine di utilizzare anche radiocomando a distanza, o collegamento ad impianto domotico.

Tenda motorizzata composta da:

- centralina elettronica 2-4-6-8-10-12 canali
- alimentatore switching
- cablaggio
- radiocomando
- motoriduttore
- lamelle in alluminio verniciato
- profili vari estrusi in alluminio
- corda
- scaletta in terilene
- componenti vari in metallo e materiali plastici

1. Centralina completa di alimentatore switching 12V

Centralina elettronica 2-4-6-8-10-12 canali di gestione movimentazione tende e finecorsa delle stesse. Gestione funzione veloce in automatico fino ai finecorsa o al livello desiderato e funzione lenta manuale singola e/o di gruppo per orientamento lamelle. Sistema software con gestione alimentazione e gestione sicurezza in caso di blocco accidentale della tenda. Possibilità di movimentazione tramite pulsanti a muro oppure radiocomando, sistema collegabile ad impianto domotico.

2. Motoriduttore

Microriduttore con diam. 18 mm, collocato in apposito supporto in materiale plastico posto all'interno del profilato di alluminio. Tale microriduttore è azionato da apposito motore 12V, pilotato da centralina. Rapporto di trasmissione  $R=231$ . Velocità albero lento -30/40RPM. Corrente assorbita max 1A. Corpo in acciaio brocciato preciso (grado 7). Ingranaggi M0,40 ad alta precisione, in acciaio trattato e lavorati meccanicamente. Albero lento supportato da n°2 cuscinetti a sfera diam.8/16 H5

3. Lamelle alluminio

La principale lega di alluminio utilizzata per la composizione delle lamelle è lega AA 6011. Dimensioni: larghezza 12,5 mm, spessore 0,21 mm. La composizione chimica di tale lega è prodotta seguendo le direttive dell'Associazione alluminio ed è stata scelta per le sue notevoli proprietà meccaniche e per la loro stabilità. Tale materiale è particolarmente indicato per usi che richiedano proprietà di NO-FOGGING come nel caso dell'inserimento all'interno del vetrocamera. La lamella ha un pre-trattamento di tutti gli strati del laminato a freddo che garantisce una perfetta e duratura adesione della vernice ed una considerevole resistenza nei confronti di condizioni con elevata umidità. Questo trattamento termo-stop fa sì che le lamelle, composte di tali strati, si comportino proprio come un regolatore di calore. La lamella, pre-trattata chimicamente, è fornita di una rifinitura adatta ad applicazioni per interni. La rifinitura decorativa consiste solitamente in un unico rivestimento di poliestere. Tale processo è sottoposto a rigidi controlli in linea. La selezione di processo nonché qualitativa finale assicura che il materiale sia esente da "fogging". N°9 colori lamella disponibili. Tutti i test sono effettuati in conformità con norme EN ed altre che prevedono specifiche e metodi di test accettati a livello internazionale.



#### 4. Profili estrusi in alluminio

I profilati estrusi sono in lega di alluminio EN AW 6060 con composizione chimica definita dalla norma EN 573-3, creati a disegno e su progetto innovativo dell' ufficio tecnico SunBell. Lo stato metallurgico di fornitura è T5 se non diversamente specificato, secondo la norma UNI EN 515, con caratteristiche meccaniche secondo la UNI EN 755-2. Cassonetto e fondale verniciati a polvere in tinta con colori lamelle. Dimensioni cassonetto: 22x44,90 (parte con aletta) / 39,90 (parte senza aletta) mm  
Dimensioni fondale: 11x12,60 mm.

#### 5. Corde

corde: composte da 100% poliestere con anima 100% poliestere 280/2x3 intrecciata - intrecciatura: 16 estremità - diametro: 1 mm. - resistenza alla trazione: 120-200N - trattamento: stabilizzate - test colore: Xenontest 6

#### 6. Scalette

composte al 100% da poliestere costruzione scaletta: 2 cavi senza distanza - resistenza alla trazione su entrambi i lati: 240N test colore: Xenontest 6 - passo: 10mm

### 2.13.6 Serramenti REI – EI

I serramenti che richiedono requisiti antincendio sono da prevedersi come da caratteristiche da progetto.

Dovranno comunque essere omologati a norma UNI EN 1634-1, essere coibentati con materiali isolanti secondo la certificazione richiesta, avere guarnizioni termoespandenti e antifumo, possedere chiudiporta ed elettromagneti.

Tutte le porte sulle vie di fuga dovranno possedere maniglione antipanico omologato per uscite di sicurezza, a leva, scatole di comando nere, barra di azionamento in alluminio anodizzato, compreso serratura antipanico, completo di tutti gli accessori per il perfetto funzionamento, fornito ed applicato.

## 2.14 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 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.

#### **2.14.1 Prodotti rigidi**

- a) per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete;
- b) 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;
- c) 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 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 all'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;
- d) per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne;
- e) per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue;
- f) 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.

In via orientativa valgono le prescrizioni della UNI 11417, varie parti

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si devono provvedere opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabile e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

#### **2.14.1.1 Pannelli modulari per pavimenti flottanti**

Composti da pannello modulare mm 600 x 600 x 46, rispondente alle norme UNI EN 12825, così composto:

- a. supporto in solfato di calcio monostrato (dim. 600 x 600 x 20 mm);
- b. piano di calpestio formato da n° 4 marmette vibroformate ad alta pressione in conglomerato cementizio con granulati di marmo e/o granito (dim. 300 x 300 x 26 mm), rispondente alle norme DIN 18 500.
- c. bordo laterale antiurto in PVC.

I pannelli devono essere rinforzati internamente con rete di acciaio elettrosaldato, totalmente esenti da colle o resine, di Euroclasse A1 di resistenza al fuoco e capaci di resistere ad un carico accidentale di esercizio pari a quello di progetto o, in assenza dello stesso, di almeno 450 kg/m<sup>2</sup>.

Finitura superiore lucida o antiscivolo, colori chiari o scuri.

#### **2.14.2 Prodotti flessibili**

- a) per le carte da parati devono essere rispettate 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.
- b) i tessuti per pareti devono rispettare alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle UNI EN 233, UNI EN 235 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

#### **2.14.3 Intonaci**

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituite da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre colorante, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:



- capacità di riempimento delle cavità ed equalizzazione 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 di lavori.

#### **2.14.4 Prodotti vernicianti**

I prodotti vernicianti sono realizzati con prodotti applicati allo stato fluido costituiti da un legante (naturale o sintetico), 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, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- 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.

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 (quanto richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistenza all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

I dati si intendono presentati secondo le UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

## 2.15 PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO

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).

Tutti gli isolanti devono rispettare le normative di settore (UNI EN da 13162 a 13172, UNI 10351, Legge 447/95 e DPCM 5/12/97), le Euroclassi di resistenza al fuoco e devono avere la marcatura CE.

### 2.15.1 Materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate

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 16-1-1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri UNI;
- e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:
  - reazioni o comportamento al fuoco
  - limiti di emissione di sostanze nocive per la salute
  - compatibilità chimico-fisica con altri materiali
  - requisiti acustici
  - caratteristiche meccaniche
  - resistenza al vapore
  - assorbimento d'acqua

### **2.15.2 Materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera**

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 DL può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### **2.15.3 Caratteristiche di idoneità**

Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad uno o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle tenute in conto in fase di elaborazione delle relazioni tecniche Legge 10/91 per tutti gli edifici di progetto, ed afferenti ad ogni destinazione d'uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

In assenza di prescrizioni specifiche dal progetto e dalle norme di settore per alcune caratteristiche, si intende che la direzione dei lavori deve accettare quelli proposti dal fornitore.

## **2.16 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 questi parti di edificio.

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).

### **2.16.1 Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari**

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (v. 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), gli elementi di calcestruzzo, gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale per muratura devono rispondere alla UNI EN 771;

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore se approvati dalla direzione dei lavori.

#### **2.16.2 Prodotti ed i componenti per facciate continue**

I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle 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 termoisolometriche 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.

#### **2.16.3 Prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate**

I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza alle prescrizioni indicate al punto precedente.

#### **2.16.4 Prodotti a base di cartongesso**

I prodotti a base di cartongesso 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  $0/+2$  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 approvato dalla direzione dei lavori.

### 2.16.5 Rivestimenti metallici

Il rivestimento esterno degli edifici in pannelli multistrato di alluminio comprende:

- sottostruttura con profili in acciaio zincato a caldo, di forme e dimensioni adatte ai carichi ed agli alloggiamenti previsti e comunque conformi ai grafici di dettaglio, dotata di opportuni elementi di fissaggio per l'ancoraggio alla sottostante struttura e per il sostegno dei pannelli in lamiera. Il sistema di sostegno dei pannelli sarà completo di ogni elemento necessario al fissaggio degli stessi e sarà caratterizzato esclusivamente da acciaio di tipo antiossid.
- tamponamento in pannelli composito di alluminio preverniciato, costituito da due lamine di alluminio accoppiate ad un nucleo minerale, scatolato nei colori a scelta della DL, di spessore minimo mm 5/10 e, in ogni caso, di spessore tale da assicurare l'indefornabilità dei singoli pannelli. Il montaggio dei pannelli avverrà per mezzo di sistemi nascosti alla sottostruttura. I pannelli potranno essere con bordi arrotondati, con profilo sagomato o con profilo scatolare, e di dimensioni così come indicato nei grafici di progetto ovvero dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. L'installatore dovrà evitare di tagliare i pannelli; quando sarà indispensabile, egli dovrà rispettare le istruzioni del fabbricante.

La posa in opera dovrà essere effettuata sulla base dei disegni di progetto e preceduta da una progettazione esecutiva e costruttiva parametrica, integrata con l'immagine architettonica degli edifici.

## 2.17 PRODOTTI PER ASSORBIMENTO E ISOLAMENTO ACUSTICO

### 2.17.1 Prodotti per assorbimento acustico

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibili 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  $a$ , definito dall'espressione:

$$a = W_a/W_i$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente e  $W_a$  è l'energia sonora assorbita.

Tutti i prodotti devono essere Marcati CE e avere una Dichiarazione DoP.

### 2.17.2 Classificazione degli assorbenti acustici

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 amianto, fibra di vetro, fibra di roccia)
- 2) vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari)

b) materiali cellulari

1) minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa)
- laterizi alveolari
- prodotti a base di tufo

2) sintetici

- poliuretano a celle aperte (elastico-rigido)
- polipropilene a celle aperte

### 2.17.3 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 intercapedini d'aria.

### 2.17.4 Materiali per assorbimento e/o isolamento acustico forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate

Per tutti i materiali fonoassorbenti e/o isolanti acusticamente 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 accettate dalla direzione tecnica;

coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla 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 (misurate secondo UNI EN ISO 9053)
- reazione e/o comportamento al fuoco (Euroclasse minima da norma per l'uso)
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali;
- conduttività termica, se del caso;
- resistenza alla compressione;

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).

#### **2.17.5 Materiali per assorbimento e/o isolamento acustico che assumono la forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoassorbenti e/o isolanti acusticamente 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.

### **2.17.6 Idoneità**

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti e/o isolanti acusticamente devono rispondere ad uno o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle utilizzate nell'ambito della redazione della documentazione sui requisiti acustici passivi, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.)

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.

## **2.18 PRODOTTI PER IL DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE**

I sistemi di drenaggio di progetto prevedono per lo smaltimento delle acque piovane l'utilizzo dei seguenti manufatti:

- tubazioni in PVC
- tubazioni in polietilene (PEAD)
- pozzetti e chiusini/caditoie
- canalette
- impianti di prima pioggia
- moduli drenanti.

### **2.18.1 Tubazioni in PVC**

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401-1/98 tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile:

- nominativo del produttore (o il suo codice di riferimento)
- diametro nominale
- classe di riferimento (indicazione del tipo e la pressione di esercizio)
- data di produzione
- norma di riferimento
- simbolo di identificazione dell'Ente di certificazione, attestante la conformità alla norma di settore.

Devono inoltre essere corredati del certificato di collaudo del fabbricante con i relativi risultati dei test di fabbrica ed essere dotati di marcatura CE riportata su ogni elemento. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.



### **2.18.2 Tubazioni in polietilene (PEAD)**

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate secondo norma EN 13476-3, dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile:

- nominativo del produttore (o il suo codice di riferimento)
- diametro nominale
- classe di riferimento (indicazione del tipo e la pressione di esercizio)
- data di produzione
- norma di riferimento
- simbolo di identificazione dell'Ente di certificazione, attestante la conformità alla norma di settore.

Devono inoltre essere corredati del certificato di collaudo del fabbricante con i relativi risultati dei test di fabbrica ed essere dotati di marcatura CE riportata su ogni elemento. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

### **2.18.3 Pozzetti e chiusini**

I pozzetti, gli elementi di prolunga, le solette prefabbricate carrabili ed i chiusini, la cui tipologia e dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto, realizzati in c.a.v. secondo la norma UNI-EN 1917:2004 e soggetti a marcatura CE., dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- classe minima C25/30;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni

I chiusini e le caditoie dovranno essere conformi alla norma UNI - EN 124 "Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature", avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi. Relativamente ai pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo del chiusino non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i chiusini, le griglie ed i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

### **2.18.4 Canalette**

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento, secondo la norma UNI EN 1433:2008 "Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità".

#### **2.18.4.1 Drenaggio del binario**

Si prevede l'impiego di canalette trasversali sui binari per consentire il deflusso delle acque piovane dalla superficie della pavimentazione e dalle gole delle rotaie. Le canalette saranno elementi progettati

e prefabbricati, che si collocano in corrispondenza della pavimentazione e sono allacciate ai pozzetti di drenaggio della sede. Il passo è definito dallo studio idraulico che prevede l'uso delle canalette in ogni punto di compluvio del tracciato, con un passo massimo determinato dallo studio stesso.

#### **2.18.5 Impianti di prima pioggia**

Il sistema di trattamento è composto da vasche prefabbricate da interrare, realizzate in cemento armato vibrato monoblocco, rinforzate con pilastri verticali e puntoni orizzontali in acciaio, con pittura elastomerica protettiva antifessurazione, calcestruzzo in classe di resistenza a compressione C45/55 ( $R_{ck} > 55 \text{ N/mm}^2$ ), armature interne in acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento e rete elettrosaldata a maglia quadrata di tipo B450C, corredate di attestazioni resistenza chimica e reazione al fuoco, complete di:

- Pozzetto scolmatore esterno, completo di fori di entrata, by-pass e uscita alla vasca di prima pioggia, setti di stramazzone tarati in c.a.v. sigillati a tenuta idraulica per la regolazione della portata;
- Dissabbiatore statico, completo di fori in ingresso/uscita e deflettore in acciaio inox AISI 304 in entrata;
- Disoleatore statico conforme alla norma UNI EN 858-1 completo di fori di ingresso/uscita, deflettore in acciaio inox AISI 304 in entrata, filtro per coalescenza in telaio in acciaio inox AISI 304 estraibile e lavabile, dispositivo di chiusura automatica del tipo otturatore a galleggiante interamente realizzato in acciaio inox AISI 304.

#### **2.18.6 Moduli drenanti**

Moduli plastici prefabbricati per l'accumulo e la dispersione delle acque meteoriche, conformi alla norma EN 17152-1 "Sistemi in plastica per il drenaggio sotterraneo di acqua non potabile in assenza di pressione –Moduli disperdenti da utilizzare nei sistemi di infiltrazione, deposito temporaneo e stoccaggio. - Parte 1: Disposizioni per blocchi di infiltrazione da usare negli scarichi di acqua piovana in PP e PVC-U".

Le trincee disperdenti sono installazioni sotterranee e, in quanto tali, devono offrire sufficiente stabilità contro le sollecitazioni del terreno e del traffico veicolare. I moduli devono essere certificati per sopportare carichi stradali fino a SLW 60/HGV 60 e devono essere concepiti per durare almeno 50 anni.

In caso di installazione sotto la superficie stradale, attenersi alle relative direttive vigenti a livello nazionale. La realizzazione del sottofondo per la successiva sovrastruttura stradale richiede uno strato di compensazione superiore, che va eseguito preferibilmente come strato portante in pietrisco dello spessore di almeno 350 mm. In linea di massima il sottofondo stradale deve presentare un modulo di deformazione uniforme  $UD_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$ .

Una volta preparato lo scavo e l'idoneo piano di posa (sabbione ben livellato) si provvederà alla posa del geotessuto, dei moduli drenanti e delle sue componenti accessorie.

Le trincee disperdenti devono essere complete di pozzetti di ispezione, integrati nella forma geometrica della trincea, con la stessa altezza dei moduli, che può essere posizionato in qualsiasi punto della stessa. Questi devono permettere un facile accesso dall'alto e l'introduzione di strumenti di ispezione e lavaggio per permettere le operazioni di ordinaria manutenzione.

---

### 3. CRITERI AMBIENTALI MINIMI - NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI

---

#### 3.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Per la redazione del progetto si applicano le disposizioni del DM 23 giugno 2022 a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera nn), oo quater) e oo quinquies). Nell'applicazione dei criteri si intendono fatti salvi i vincoli e le tutele, i piani, le norme e i regolamenti, qualora più restrittivi.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) si basano sui principi e i modelli di sviluppo dell'economia circolare, in sintonia con i più recenti atti di indirizzo comunitari, tra i quali la comunicazione COM (2020) 98 "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva".

Le indicazioni contenute a progetto consistono sia in richiami alla normativa ambientale sia in suggerimenti finalizzati alla razionalizzazione degli acquisti ed alla più efficace utilizzazione dei CAM negli appalti pubblici.

Per ogni criterio ambientale sono indicate le "verifiche", ossia la documentazione che l'offerente o il fornitore è tenuto a presentare per comprovare la conformità del prodotto o del servizio al requisito cui si riferisce, ovvero i mezzi di presunzione di conformità che la stazione appaltante può accettare al posto delle prove dirette.

***Le specifiche tecniche di riferimento sono quelle presenti negli elaborati di progetto, con specifico riferimento a quanto indicato nella relazione BST2-PD-LG00-COM-GEN-R005-A1 ("relazione di verifica dei criteri ambientali minimi"), ultima versione.***

#### **Modalità di consegna della documentazione**

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.

---

## 4. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

---

### 4.1 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Appaltatore resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Appaltatore medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Appaltatore possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Appaltatore resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

### 4.2 AUTORIZZAZIONI, APPROVAZIONI E ORDINANZE

L'Appaltatore dovrà garantire che le lavorazioni inizieranno solo dopo aver richiesto ed ottenuto, a totale suo onere, tutte le autorizzazioni, le approvazioni e le ordinanze, e aver pagato ogni onere necessario ad ottenerle, presso gli enti preposti.

Si intende compresa anche la redazione delle pratiche, incluse relazioni, elaborati grafici e modulistica per la presentazione delle stesse, compresa l'eventuale compilazione/deposito su portali online delle pratiche e la redazione di eventuali integrazioni richieste dagli enti preposti.



A totale onere dell'Appaltatore rimane anche la richiesta delle ordinanze stradali al Comune di Brescia e alla Polizia Municipale e la gestione sul portale GeoWorks dei cantieri, così come la richiesta di deroghe e autorizzazioni su aspetti specifici dei lavori come, a scopo esemplificativo, la deroga ai limiti previsti dalla Legge Quadro sull'inquinamento acustico (deroga al rumore).

Per i cantieri delle nuove opere d'arte o per interventi sulle opere d'arte esistenti in prossimità della viabilità, l'Appaltatore è obbligato a concordare le cantierizzazioni con il Settore Mobilità, Eliminazione Barriere Architettoniche e Trasporto Pubblico del Comune di Brescia e con la Polizia Locale, che potranno dare prescrizioni specifiche a cui l'Appaltatore dovrà ottemperare per ricevere l'autorizzazione ad iniziare o proseguire i lavori.

Tutte le autorizzazioni rilasciate dovranno essere archiviate dall'Appaltatore sul Cloud in condivisione con la Stazione Appaltante e la Direzione dei Lavori.

### **4.3 CANTIERIZZAZIONI, APPRESTAMENTI E SICUREZZA**

Per quanto attiene alle cantierizzazioni, agli apprestamenti e alla sicurezza previsti, si rimanda a quanto previsto a progetto, con specifico riferimento soprattutto agli elaborati delle tematiche 17 – Bonifica Ordigni Bellici, 18 – Cantierizzazioni e 19 – Sicurezza.

L'importo delle opere, dove non indicato diversamente dal progetto, prevede il ripristino allo stato di fatto delle aree occupate temporaneamente dai cantieri. L'Appaltatore è obbligato ad accettare eventuali modifiche alle finiture su richiesta della Stazione Appaltante, retribuite se più onerose.

Alla conclusione dei lavori, intesa come completamento di ogni singola tratta di cantiere, l'Appaltatore dovrà riconsegnare la viabilità e le attrezzature urbane (tabelloni, segnaletica, arredi, semafori, ecc) nello stesso stato in cui si trovavano prima dell'inizio dei lavori, se classificati come riutilizzabili nel verbale di consegna delle aree da parte della committente, ovvero dovrà fornirne ex novo nelle quantità e tipologie previste dal progetto

L'Appaltatore non può opporsi ad eventuali richieste della Stazione Appaltante di cedere - dietro retribuzione a prezzo di Elenco Prezzi - alla stessa o al Comune di Brescia degli apprestamenti di cantiere.

Si specifica che il progetto definitivo prevede delle cantierizzazioni che sono state approvate dalla Stazione Appaltante e dal Comune di Brescia e che è obbligo dell'appaltatore il rispetto delle aree di cantierizzazione previste. Eventuali ampliamenti delle aree stesse sono a completo onere dell'Appaltatore, comprese eventuali necessità di pagamenti di oneri di qualunque genere, richieste di permessi, risarcimenti alle proprietà private, modifiche al progetto e all'importo dei lavori.

L'Appaltatore è obbligato a studiare e progettare, con elaborati grafici e relazioni, la viabilità alternativa del traffico e dei percorsi ciclabili durante le diverse fasi dei cantieri. Gli elaborati dovranno comprendere delle planimetrie con indicazione delle vie alternative ipotizzate e i sensi di marcia. Il tutto dovrà essere presentato ai competenti uffici comunali, che potranno dare prescrizioni specifiche a cui l'Appaltatore dovrà ottemperare per ricevere l'autorizzazione ad iniziare o proseguire i lavori.



Trattandosi di cantieri stradali, l'allestimento degli stessi è vietato se non seguirà l'immediato inizio e proseguimento dei lavori del tratto cantierizzato. Ciò significa che le occupazioni stradali, e le cantierizzazioni in genere, non potranno occupare il suolo comunale se non per il tempo strettamente necessario ad eseguire i lavori nel cantiere stesso. Su insindacabile giudizio del DL, del Comune di Brescia o della Stazione Appaltante, le aree occupate dovranno essere tempestivamente liberate quando non più necessarie, oppure se non si svolgeranno dei lavori all'interno delle stesse per più giorni.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 81/2008, ecc.)

In particolare, per i cantieri ricadenti nell'ambito di applicazione del D.Lgs 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni, tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

Sarà cura dell'Appaltatore procedere alla redazione del piano operativo di cantiere per il sollevamento/varo (detto anche piano di montaggio) delle strutture costituenti ponti, passerelle e viadotti. Tale piano sarà coerente con le indicazioni fornite in merito dagli elaborati costituenti il progetto esecutivo e dovrà scrupolosamente attenersi a queste per quanto riguarda i seguenti punti:

- tempistica di attuazione delle operazioni;
- caratteristiche geometriche, meccaniche e statiche degli elementi provvisori quali, martinetti, carri varo, pile provvisorie, ecc.;
- caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera da utilizzare;
- raggiungimento delle resistenze dei cls indicate nel progetto esecutivo;
- posizionamento del carro varo in relazione alle fasi di avanzamento della costruzione;
- pesi delle parti costituenti il carro varo;
- posizione e peso dei contrappesi indicati nel progetto;
- posizione e caratteristiche meccaniche delle barre ad alta resistenza per collegamenti provvisori;
- attuazione delle distorsioni indotte al fine di minimizzare i fenomeni di fluage in termini di forze e spostamenti applicati alla struttura.

Il piano operativo di cantiere per il sollevamento/varo sarà accompagnato da un piano operativo di monitoraggio topografico da effettuare sulla struttura e finalizzato al controllo topografico in corso di costruzione. Il piano di monitoraggio topografico sarà basato sulle deformazioni calcolate in sede di progettazione esecutiva e dovrà riportare:

- la geometria dell'impalcato nelle singole fasi costruttive (ovvero per ogni posa di concio e per ogni applicazione della distorsione sugli appoggi) in funzione delle deformazioni indotte dalle sollecitazioni agenti e dalle variazioni volumetriche differite del cls;
- le tolleranze ammissibili sui valori delle deformazioni di progetto in funzione delle caratteristiche dell'opera stessa;
- i metodi di controllo della temperatura sulle facce delle travi.

Lo studio di dettaglio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere preventivamente trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio. Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio, l'Appaltatore dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

Anche i piani di montaggio e di monitoraggio dovranno fare parte del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

#### **4.4 RILASCIO DI CERTIFICAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO**

Per tutti i manufatti realizzati al fine di garantire i necessari requisiti antincendio alle strutture dell'edificio l'Appaltatore dovrà produrre tutta la necessaria documentazione ai fini della certificazione antincendio degli elementi prevista dalla normativa vigente, comprensiva della dichiarazione di corretta posa in opera a regola d'arte di ogni elemento.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla raccolta delle certificazioni di tutte le pareti, contropareti, controsoffittature, velette in cartongesso, pavimenti, porte REI, collari, schiume antifuoco, tutti i materiali sigillanti utilizzati per la compartimentazione degli attraversamenti impiantistici, oltre ad ogni altro materiale ed elemento impiegato al fine di garantire i necessari requisiti antincendio delle strutture.

Per ogni elemento l'Appaltatore dovrà produrre e compilare, sulla apposita modulistica predisposta dal Comando VVF, le relative dichiarazioni di corretta posa rilasciate dall'Appaltatore e le certificazioni relative alla resistenza degli elementi separanti da parte di professionista abilitato.

Tutto quanto indicato dovrà essere archiviato dall'Appaltatore sul Cloud in condivisione con la Stazione Appaltante e la Direzione dei Lavori.

#### **4.5 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

##### **4.5.1 Generalità**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i



materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, ferroviario e/o autostradale, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

L'Appaltatore dovrà seguire scrupolosamente le indicazioni a progetto, soprattutto in riferimento agli elaborati contenuti nelle discipline relative alle cantierizzazioni e al Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

In caso di assenza di indicazioni, e ad integrazione delle stesse, si riportano nei paragrafi di seguito ulteriori indicazioni a cui attenersi.

#### **4.5.2 Ponti, cavalcaferrovia, murature e fabbricati**

Le demolizioni di ponti, di cavalcaferrovia, di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e da R.F.I.:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- martello demolitore o clipper;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

L'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture ferroviarie sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

Per il taglio degli impalcati e delle rampe dei parcheggi Stazione e Fossa Bagni (travi in c.a. o c.a.p., solette in c.a., solettoni pieni ecc.) si prevede di impiegare il taglio con il filo diamantato o lama con disco diamantato, in modo da salvaguardare la struttura che rimane in opera, garantire precisione di taglio, assenza di vibrazioni sulle strutture, silenziosità operativa, riduzione della polvere.



Nel caso di taglio con filo diamantato, il sistema impiegato comprenderà:

- una puleggia rotante che mette in movimento rapido un circuito di filo d'acciaio, con inanellate perle di diamante industriale distanziate tra loro da piccole molle d'acciaio o spaziatori di plastica;
- guide scorrevoli;
- tensionatori del filo ad arganello elettrico;
- pulegge folli per il rimando del filo su percorsi tortuosi, ove necessario.

La motorizzazione sarà di tipo idraulico con centralina azionata da motori elettrici o diesel.

Il filo diamantato, durante le operazioni di taglio, dovrà essere raffreddato con ampi getti d'acqua, opportunamente orientati per liberare la fessura di taglio dal materiale fresato.

Laddove non sia possibile impiegare sistemi di taglio "a tuffo", sarà necessario provvedere all'esecuzione tramite carotatrice di due fori passanti per consentire il passaggio del filo diamantato.

Il circuito del filo dovrà essere opportunamente protetto per evitare danni ed incidenti in caso di rottura dello stesso.

Le operazioni di demolizioni dovranno essere eseguite in stretta osservanza delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori e dalla Stazione Appaltante. L'Appaltatore dovrà comunque adoperare tutti i mezzi e le modalità per garantire l'integrità delle parti di impalcato rimanenti, delle spalle e di tutte le strutture sottostanti, e di tutte le opere, strutture ed impianti di proprietà di terzi.

Il cronoprogramma esecutivo delle demolizioni che riguardano il parcheggio di Fossa Bagni e il parcheggio di Stazione FS deve essere concordato e autorizzato dalla Direzione dei Lavori e dalla Stazione Appaltante. L'Appaltatore dovrà prevedere delle opere compensative per diminuire al minimo i tempi di chiusura, parziale o totale, dei parcheggi e per ricavare degli stalli temporanei negli intorni al fine di recuperare quelli inutilizzabili durante i lavori.

#### **4.5.3 Pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

#### **4.6 SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui alle norme tecniche vigenti, 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, oltretutto 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 negli scavi.

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. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applicano le disposizioni di legge.

L'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e/o delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, il loro utilizzo e/o deposito temporaneo avverrà nel rispetto delle disposizioni del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" e relativi allegati.

Gli allontanamenti di materiali a "discarica" sono soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico per giustificare il rimborso dei costi di smaltimento. Il trasporto a depositi dell'Appaltatore o della Amministrazione, impianti di riciclaggio o di stoccaggio provvisorio, comunque soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico, non possono mai dar luogo a rimborso dei costi di smaltimento.

***I materiali commercializzati per il riciclaggio (ferro e metalli vari, in alcuni casi gli inerti di scavo, di demolizioni, ecc.) non danno luogo a rimborsi per oneri di smaltimento, mentre i relativi compensi restano di proprietà della Appaltatore.***

***Con i prezzi delle lavorazioni per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensata per tutti gli oneri e le spese che dovrà sostenere per tutti gli adempimenti previsti dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e per tutti gli adempimenti previsti dal DPR 120 del 13 giugno 2017;***

#### **4.6.1 Formazione dei piani di posa dei rilevati**

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7, la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1 e A3.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.



La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati. Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione è considerata compresa nell'importo a base di gara.

Per terreni di natura torbosa, o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa e considerati compresi nell'importo a base di gara.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il già menzionato materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati.

#### **4.6.2 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea**

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- 1) quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- 2) quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A3 la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa.

#### 4.6.3 Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

- 1) la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
- 2) le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

##### **Numerosità dei campioni**

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	1
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	2
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	2
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	4
e	> 2500 mq	< 6000 mc	DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

***La numerosità dei punti di indagine e dei campioni da prelevare, così come lo screening da eseguire, è da valutare anche in contesto ad eventuali vincoli specifici delle aree del Comune di Brescia interessate dagli scavi. Si fa specifico riferimento a tutte quelle aree indicate dal PGT e da ordinanze specifiche come delle zone soggette ad inquinamento, per le quali sono date delle prescrizioni specifiche sia sul numero di campioni, sia sulle analisi da svolgersi sugli stessi ad opera di un laboratorio certificato, come ad esempio per le aree sottese alla disciplina specifica della zona inquinata denominata "Caffaro".***

***L'Appaltatore dovrà ritenersi compensata per tutti gli oneri e le spese che dovrà sostenere per l'eventuale necessità di dover eseguire delle indagini aggiuntive, scaturite da disposizioni specifiche degli enti locali e/o degli enti di controllo (come l'ARPA).***

#### **4.7 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 ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

#### **4.8 SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar 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 effettivamente necessaria per realizzare le strutture del progetto. Le profondità che si trovano indicate nei disegni dovranno perciò essere adattate a quanto necessario per rendere il progetto effettivamente realizzabile, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di compensi oltre a quanto già previsto dal contratto di appalto a corpo.



È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già realizzato, di porre mano alle murature o ai getti 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 sbadacchiati 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 sbadacchiature, 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, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; 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.

#### **4.9 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, nel rispetto delle norme vigenti relative tutela ambientale 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.

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.

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi, secondo le normative UNI indicate al capitolo 2.3 del presente Capitolato: A1, A2, A3, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a 2 m costipato,





dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2.4, A2.5, A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A1, A2.4, A2.5, A3 da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a 20 cm. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

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

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del d.lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

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.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm). Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità ME definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al





primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo innaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

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 scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

L'Impresa è obbligata ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza delle prove di cantiere sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

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

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

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

In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40.

#### **4.10 OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisorie sono mezzi o sussidi o comodità attinenti la esecuzione dei lavori, sono da considerarsi come obbligo inerente la esecuzione degli stessi lavori in sicurezza e restano generalmente compensate con i prezzi stabiliti per le varie attività.

I prezzi delle opere provvisorie da effettuarsi, anche quando sono oggetto di specifici compensi, comprendono tutti gli oneri derivanti dalle difficoltà di accesso ai luoghi, dalla necessità di tiro in alto o in basso, dalla presenza di acqua, dalla guardiania diurna e notturna, dalla necessità di illuminazione e dalle predisposizioni di progetto e di relazione tecnica (quando necessari).

Le opere provvisorie debbono essere mantenute in perfetto stato di utilizzo da parte dell'Appaltatore e debbono essere eseguite tempestivamente qualora richiesto dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore è obbligato a concedere gratuitamente l'uso dei ponti di servizio, da lui predisposti, per far eseguire opere che l'amministrazione intendesse eventualmente concedere ad altri nello stesso luogo e tempo.

##### **4.10.1 Palancolato Metallico**

Per la esecuzione di scavi in presenza di acqua, potranno essere usate a contorno e difesa degli stessi scavi, palancolate metalliche con palancole tipo "LARSEN".

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della D.L. le caratteristiche delle palandole che intende usare ed in modo particolare il loro peso, la loro lunghezza ed i profili.

#### **4.11 PARATIE E DIAFRAMMI**

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere conformi alle NTC 2018.

La paratia e il diaframma sono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a partire dalla superficie del terreno a sostegno di scavi o con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

L'Appaltatore dovrà:

- presentare alla Direzione Lavori una relazione con il progetto del campo prova (ove questo sia previsto dal progetto) di cui al successivo, in cui siano indicati la stratigrafia dell'area, le attrezzature utilizzate e la planimetria con ubicati gli elementi di paratia (nel caso non sia previsto il campo prova tali informazioni devono confluire nella relazione di cui al punto successivo);
- presentare alla Direzione Lavori insieme alla relazione tecnica finale del campo prova una relazione tecnico operativa che dovrà contenere:
  - o una planimetria riportante la posizione di tutti gli elementi di paratia, (con indicazione di quelli da attrezzare con una specifica strumentazione di prova), contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun elemento; le date ed il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla DL e alla Stazione Appaltante con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio;
  - o il programma di esecuzione delle opere, nel quale sia indicata la successione cronologica prevista per tutti gli elementi di paratia;
  - o tutte le caratteristiche delle attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo previste, in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di strati di terreno lapidei o cementati, l'eventuale ammortamento nel sub-strato roccioso, la rimozione di massi di scogliere, trovanti, materiali metallici o altro che possa ostacolare la costruzione. Inoltre, nella relazione andranno descritte le modalità e le attrezzature necessarie all'infissione delle palancole;
  - o tutte le caratteristiche delle armature e del getto previsti, comprensive delle loro modalità di lavorazione/getto;
  - o il programma delle prove e dei collaudi, a norma di Legge;
- provvedere a tutte le operazioni preliminari, quali la formazione di piazzole di lavoro nonché la costruzione e la successiva demolizione dei cordoli di guida;
- rimuovere tutte le palancole e segnalare preventivamente alla Direzione Lavori quelle che non potranno a qualsiasi titolo essere recuperate;
- verificare (e documentare) tutte le caratteristiche e funzionalità dei fanghi utilizzati per il sostegno dello scavo;
- ripristinare qualunque perdita di fango stabilizzante e segnalare alla Direzione Lavori l'eventuale maggior impiego di calcestruzzo conseguente alla rimozione dei suddetti eventuali ostacoli o al ritrovamento di cavità.

#### **4.11.1 Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati.**

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

#### **4.11.2 Diaframmi in calcestruzzo armato.**

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8-16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua, salvo la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione dei Lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci. L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

#### **4.11.3 Fanghi stabilizzanti**

Allo scopo di garantire il sostegno delle pareti dello scavo, durante l'esecuzione dei diaframmi/pali L'Appaltatore dovrà utilizzare fluidi di supporto rappresentati da sospensione di bentonite che soddisfino i requisiti di accettazione previsti nella norma EN 1538 e EN 1536.

In condizioni particolari (alta permeabilità, cavità, alti livelli piezometrici, ecc.) i valori della precedente tabella potranno essere modificati.

In questo caso dovrà essere presentata una relazione tecnica alla DIREZIONE LAVORI in cui siano indicate le nuove caratteristiche della sospensione.

Le soluzioni polimeriche, possibilmente con aggiunta di bentonite, potranno essere utilizzate come fluidi di supporto dopo autorizzazione della Direzione Lavori, comunque solo in presenza di terreni coesivi previa presentazione di uno studio idoneo e l'esecuzione di prove in sito su scala naturale.

#### **4.11.4 Armature**

L'Appaltatore, oltre a quanto già indicato nei paragrafi precedenti, se non diversamente previsto dal progetto dovrà verificare che:

- sulle gabbie di armatura siano posizionati opportuni distanziatori non metallici a sezione cilindrica atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo finale di 6 cm;
- i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, abbiano la superficie forata per almeno il 25%. I distanziatori saranno posizionati sul perimetro del pannello a distanza di circa 3 metri. Ulteriori distanziatori saranno posizionati sulla faccia del pannello in modo tale che la spaziatura degli stessi, sia in orizzontale che in verticale, sia non superiore a 3 metri;
- qualora sia prevista la tirantatura del pannello, siano posizionati nell'armatura dei tubi guida, aventi diametro maggiore della perforazione necessaria per la posa in opera del tirante, passanti in tutto lo spessore del pannello medesimo. Le relative cassette, nelle quali posizionare le piastre di ripartizione del tirante, dovranno essere predisposte con l'inclinazione prevista dal progetto;
- l'armatura sia nella posizione progettuale prevista, misurando le coordinate planimetriche di almeno due spigoli contrapposti (certificazione topografica);
- per la verifica della verticalità dell'armatura siano eseguite prove sui tubi inclinometrici installati. Prima dell'esecuzione della lettura inclinometrica dovrà essere eseguita la misura di spiralatura. La lettura sarà effettuata con sonda biassiale con letture coniugate sulle 4 guide

#### **4.11.5 Prove e Verifiche sul Diaframma**

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

### **4.12 TIRANTI DI ANCORAGGIO**

La loro funzione è, in generale, quella di trasferire i vincoli necessari alla statica dell'opera in zone in cui il terreno offre la possibilità di assorbire le sollecitazioni in gioco: sono elementi strutturali in grado di contrastare la spinta orizzontale del terreno, operanti in trazione e vengono usati per stabilizzare pareti rocciose e per ancorare al terreno paratie o muri di sostegno.

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere conformi alle NTC 2018. In particolare, devono rispondere ai requisiti indicati in seguito:

- Identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- Qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- Comunque accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e ove previsto della certificazione ETA.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento fra la testa ed il tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione o bulbo) che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

In relazione alla durata di esercizio definita nella progettazione i tiranti si distinguono in:

- provvisori, se la durata della funzionalità non supera i trenta mesi,
- permanenti, se la durata della funzionalità eguaglia o supera i trenta mesi.

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti permanenti di cui al presente appalto saranno definite nelle tavole e nelle relazioni di progetto esecutivo, ad onere dell'Appaltatore.

Poiché la corretta scelta della tipologia e delle dimensioni degli ancoraggi e delle relative procedure di esecuzione è basilare per la corretta realizzazione degli stessi, l'Appaltatore dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni, dei caratteri geomorfologici e strutturali degli ammassi rocciosi, e dell'influenza della falda. Ove ne ricorra l'opportunità si richiederanno prove tecnologiche preliminari, eventualmente accompagnate da prove di tensionamento a supporto della progettazione.

L'Appaltatore dovrà accertarsi preventivamente che i materiali, aventi caratteristiche qui richieste, siano disponibili in quantità sufficiente a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione degli ancoraggi previsti in progetto.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori il piano delle prove e dei collaudi per approvazione.

#### 4.13 PALIFICAZIONI

Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione infissi o costruiti, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

Le palificazioni potranno essere composte da:

**Micropali a iniezione multipla selettiva:** micropali realizzati attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

**Micropali a semplice cementazione:** micropali realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

**Pali infissi gettati in opera:** pali 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 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 per battitura 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 o non 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 armato con gabbia in acciaio e completato con getto di calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

**Pali infissi prefabbricati:** pali realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, ed eventualmente con l'ausilio di un getto d'acqua in pressione che fuoriesce dalla punta attraverso un foro centrale longitudinale.

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 trivellati:** I pali trivellati sono costruiti in opera, eseguendo il getto di calcestruzzo all'interno di un foro, dopo l'introduzione di una gabbia di armatura, quando prevista. Si differenziano essenzialmente per i metodi di perforazione, sostegno delle pareti e getto del calcestruzzo.

**Pali trivellati tradizionali:** Si definiscono pali trivellati tradizionali quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere garantita con l'ausilio di fanghi stabilizzanti ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

**Pali trivellati ad elica continua:** Si definiscono pali trivellati ad elica continua i pali realizzati mediante infissione per roto-traslazione 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.

L'eventuale gabbia di armatura viene posta in opera una volta completato il getto di calcestruzzo.

I lavori saranno eseguiti in conformità, alla normativa vigente e a quella di seguito elencata:

- Ministero delle infrastrutture - Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" (G.U. 20 febbraio 2018, n. 42);
- d.P.R. 380/2001 e s.m.i., art. 52;
- CNR «Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale»;
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, dicembre 1984.

#### 4.13.1 Oneri e prescrizioni generali

L'Appaltatore, fermo restando quanto previsto dalle indicazioni del progetto, che devono intendersi totalmente richiamate, se non diversamente prescritto, prima di dare inizio alle lavorazioni, dovrà:

- presentare alla Direzione dei Lavori una relazione tecnico – operativa;
- presentare alla Direzione dei Lavori una relazione finale delle risultanze del campo prova al fine di concordare l'esecuzione di eventuali prove per la taratura dei parametri geotecnici;
- eseguire il tracciamento preliminare dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo, e accertare che su ogni picchetto sia riportato il numero progressivo del palo in conformità alla planimetria presentata ed accettata dalla Direzione dei Lavori.

All'inizio e durante le lavorazioni, l'Appaltatore, se non diversamente prescritto, dovrà:

- mantenere la piazzola di lavoro pulita e sgombra, anche al fine di consentire il costante controllo della quota di testa-palo;
- per eventuali variazioni delle metodologie esecutive precedentemente approvate, presentare un' ulteriore relazione tecnico-operativa sulle nuove metodologie, da sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori, la quale potrà, a sua discrezione, richiedere l'esecuzione di prove tecnologiche (campo prova) al fine di verificare l'idoneità delle nuove metodologie esecutive;
- comunicare alla Direzione dei Lavori anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, e comunque ogni qual volta le condizioni reali risultino sensibilmente differenti da quelle di progetto;
- eseguire tutte le prove, previste nella relazione tecnico operativa presentata, in situ e/o di laboratorio, e allegare i certificati alla specifica documentazione di controllo elaborata per ciascuna opera. Detto laboratorio potrà essere di cantiere (per le prove per cui è attrezzato), o qualificato ed approvato dalla Direzione dei Lavori, od ancora un Laboratorio Ufficiale autorizzato;
- curare che lo stoccaggio in cantiere delle gabbie di armatura avvenga in apposita area preliminarmente individuata, verificando che le gabbie non siano a contatto diretto con il terreno e siano provviste di idoneo contrassegno indicante gli estremi della fornitura dell'opera o porzione di opera per cui è previsto l'impiego (WBS), del numero del palo e della posizione della gabbia;
- provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali con martello demolitore, di peso operativo non superiore a 170 kg e diametro della punta adeguato alla geometria della struttura, fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura e della testa del palo con aria in pressione;
- provvedere, al completamento dei lavori e nel rispetto delle scadenze fissate contrattualmente, alla redazione e trasmissione della documentazione finale "as-built" prevista da contratto;
- indicare, per ciascun palo, i mc gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro, onde poter riscontrare le eventuali difformità tra i valori gettati e quelli attesi, verificare che tali dati siano registrati in specifici documenti di controllo resi disponibili alla



Direzione dei Lavori, ed accertare che le eventuali anomalie siano comunicate tempestivamente alla Direzione dei Lavori e riportate nella documentazione “as-built”.

La relazione tecnico operativa che l’Appaltatore deve presentare alla Direzione dei Lavori dovrà contenere:

- il rilievo stratigrafico del terreno individuato dal progetto;
- una planimetria riportante la posizione di tutti gli elementi, (con indicazione di quelli da attrezzare con una specifica strumentazione di prova), contrassegnati da un numero progressivo distintivo di ciascun elemento; le date ed il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Stazione Appaltante con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio;
- l'elenco e la descrizione tecnica delle apparecchiature da utilizzare, con indicate le modalità di esecuzione e tutte le caratteristiche necessarie all’esecuzione o richieste dalla Direzione dei Lavori.

#### **4.13.2 Modalità esecutive**

##### **4.13.2.1 Pali infissi gettati in opera**

###### **a) Tecniche ed attrezzature per l’infissione del rivestimento**

Nel caso di infissione mediante battitura l’Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'infissione dei rivestimenti avvenga tramite battitura, senza estrazione di materiale, eventualmente mediante fasi intermedie, in conformità al progetto e/o alla relazione tecnico-operativa, approvata dalla Direzione dei Lavori;
- venga eseguito e registrato il conteggio dei colpi d’avanzamento: nel corso dell'infissione verrà conteggiato il numero di colpi per avanzamenti di 1 m;
- venga registrato il grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri: in corrispondenza degli ultimi 4 m o più se richiesto dalla Direzione dei Lavori, si conterà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm;
- venga registrato il tempo necessario per l'infissione;
- per i rivestimenti definitivi, nel caso di utilizzo di mandrino di acciaio questo sia inserito nel rivestimento;
- nel caso il mandrino sia espanso, questo sia mantenuto del tutto solidale al tubo-forma per l'intera durata dell'infissione, al termine della quale sarà estratto;
- l’inserimento del mandrino nel rivestimento sia eseguito, se necessario, con l'ausilio di un “palo-pozzo” di diametro superiore a quello dei pali di esercizio. Il “palo-pozzo” potrà essere trasformato in palo di esercizio, solo previa accettazione della Direzione dei Lavori.

Per l'espulsione del fondello posto ad occludere l'estremità inferiore, nel caso di tubo-forma estraibile, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta. E' ammesso l'impiego di tubi-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

L'Appaltatore dovrà verificare che l'infissione dei rivestimenti sia arrestata quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- raggiungimento della quota di progetto;
- rifiuto della battitura. Si intende raggiunto il rifiuto quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore a 2 cm.

In questo ultimo caso, la Direzione dei Lavori avrà facoltà di chiedere all'Appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (es. forti sovrappressioni interstiziali).

L'Appaltatore, previa comunicazione alla Direzione dei Lavori, potrà eseguire dei prefiori di guida all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il prefioro avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Di norma la profondità sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante (se esistente). Il prefioro potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

#### **a.1) Vibro-infissione**

Per quanto riguarda la vibro-infissione, ferme restando le prescrizioni per l'infissione del precedente paragrafo, L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che sia utilizzato un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno verificate dall'Appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, a seguito di prove tecnologiche preliminari (campo prova su elementi sacrificali).

#### **b) Armature**

L'Appaltatore, oltre a quanto richiesto nei paragrafi precedenti, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- prima del posizionamento delle gabbie d'armatura si abbia cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo;
- l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

#### **c) Getto del calcestruzzo**

I conglomerati cementizi dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto e rispondere ai requisiti richiesti del presente Capitolato.

L'Appaltatore, accertata la conformità alle prescrizioni riportate ai paragrafi dei materiali, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nel caso di realizzazione di pali con utilizzo di morsa idraulica il mix del calcestruzzo sia opportunamente dimensionato al fine di garantire, nelle condizioni specifiche di temperatura, un ritardo della presa in relazione alla lunghezza del palo, per ovviare ad eventuali inconvenienti che potrebbero prolungare il tempo di estrazione del tubo forma; tali accorgimenti non dovranno modificare la resistenza finale del calcestruzzo;
- il getto sia effettuato ad iniziare dal fondo foro, utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro di 20-26 cm, in spezzoni di circa 3 m, dotato in sommità di una tramoggia di carico della capacità di almeno 0.5-0.6 mc e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento;
- l'interno del tubo-getto sia pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia;
- il tubo di convogliamento sia posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto, è opportuno disporre entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo (ad es. in polistirolo, o costituito da un involucro di carta, riempito con materiale arido), in modo da provocare la caduta istantanea del primo calcestruzzo gettato, ed evitare azioni di contaminazione o dilavamento del calcestruzzo stesso;
- all'inizio del getto si disponga di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo getto e/o di almeno  $3 \div 4$  m di palo;
- le operazioni di getto avvengano senza soluzione di continuità; in particolare, per i pali di grande diametro, si prescrive una cadenza di getto non inferiore a 15 mc/ora;
- durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, utilizzando uno scandaglio costituito da un grave metallico, del peso di circa 0,05 kN, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato, sia verificata la quota di riempimento del palo al fine di avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta, per valutare eventuali dispersioni;
- nel corso del getto, il tubo di convogliamento sia accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo, di 2.0 m. Per diametro del palo  $\geq 1,2$  m l'immersione dovrà essere almeno di 2,5 m;
- la quota di fine getto sia portata ad almeno 0.5-1.0 m al di sopra della quota di progetto prevista per la testa palo (scapitozzatura).

#### **c.1) Getto in presenza di tubo-forma estraibile**

Per quanto riguarda il getto in presenza di tubo-forma estraibile, ferme restando le prescrizioni riportate nel paragrafo precedente, L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- prima di installare il tubo-getto sia eseguita un'ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si dovrà provvedere alle operazioni di pulizia mediante air-lifting;

- il getto sia eseguito provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m e non superiore a 5 m;
- ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore sia preceduta dalla misurazione della quota raggiunta dal calcestruzzo.

#### **4.13.2.2 Pali infissi prefabbricati**

##### **a) Prefabbricazione dei pali**

La prefabbricazione dei pali potrà avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere. In entrambi i casi, L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- i pali siano realizzati con calcestruzzo di caratteristiche conformi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido oppure a vapore; in ogni caso i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture;
- nel caso di palificate da realizzare in ambienti aggressivi, qualora non previsto dal progetto, siano adottati opportuni accorgimenti, tra i quali la definizione di un idoneo mix-design del cls e/o l'incremento del copriferro; altri accorgimenti, quali ad esempio vernici protettive, rivestimenti autoprotetti per proteggere la superficie esterna del palo, dovranno essere sottoposti all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori

##### **b) Giunzione dei pali**

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi. L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il giunto sia costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire;
- gli anelli vengano saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

##### **c) Protezione della punta**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- la punta dei pali sia protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza ed annegati nel calcestruzzo. In terreni poco compatti, l'uso della puntazza potrà essere evitato;
- in terreni molto compatti, la puntazza sia rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

#### **d) Tecniche ed attrezzature per l'infissione del palo**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nel caso di strati granulari addensati, in cui è stato concordato con la Direzione dei Lavori l'utilizzo di iniezioni d'acqua per facilitare l'infissione, la discesa del palo avvenga per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura;
- le iniezioni d'acqua siano interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto, e che le modalità, le pressioni e la portata del getto d'acqua siano comunicate alla Direzione dei Lavori;
- nel caso di esecuzione di prefori, al fine di ridurre le vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, questi abbiano diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo;
- il preforo non raggiunga lo strato portante, se esistente, e si fermi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.
- l'infissione dei pali sia arrestata quando si registri il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:
  - arrivo alla quota di progetto;
  - misurazione del rifiuto alla battitura (si intende raggiunto il rifiuto quanto l'infissione, corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente, è inferiore a 2 cm).

In quest'ultimo caso, la Direzione dei Lavori ha facoltà di chiedere all'Appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (es. forti sovrappressioni interstiziali).

#### **4.13.2.3 Pali trivellati tradizionali**

##### **a) Tecniche ed attrezzature per la perforazione**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento, di norma, non è ammessa; solo previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, L'Appaltatore potrà utilizzarla in caso di terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata ( $c_u$ ) che alla generica profondità di scavo ( $H$ ) soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno.

Per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

- la perforazione "a fango" non è ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini, con passante ( $D = 4$  mm) inferiore al 10 %.

#### **4.13.2.4 Pali trivellati con fanghi stabilizzanti**

##### **a) Preparazione del fango stabilizzante**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che il fango stabilizzante sia preparato ed utilizzato in accordo alle modalità indicate in tutto il 4.13.

##### **b) Perforazione**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo), sia interrotta la perforazione alcuni metri prima ed ultimata solo nell'imminenza del getto;
- in corrispondenza di ciascun palo sia infisso nel terreno un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione. Tale avampozzo dovrà avere diametro e profondità adeguati in relazione alla natura dei terreni attraversati, alle loro caratteristiche idrogeologiche ed ai macchinari utilizzati;
- una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provveda alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. clearing bucket o air-lifting);
- dopo aver raggiunto la quota prevista in progetto e immediatamente prima del getto, lo spessore dei depositi sul fondo non superi i 20 cm.

##### **c) Armature**

L'Appaltatore, oltre a quanto richiesto nei paragrafi precedenti, se non diversamente previsto, dovrà verificare che, nel caso che il palo attraversi strati di sede in falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di getto e di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sia avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di 8÷10 mm.

##### **d) Getto del calcestruzzo**

L'Appaltatore, dopo aver accertato la conformità a quanto richiesto nel paragrafo 7.6.2.1.1 c, se non diversamente previsto, dovrà verificare che l'assorbimento reale di calcestruzzo non ecceda il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura maggiore del 10÷20 %.

#### **4.13.2.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio (tubo-forma estraibile)**

##### **a) Infissione del tubo-forma e perforazione terreno**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il tubo-forma sia costituito da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni 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. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno o acqua;
- l'infissione della tubazione di rivestimento sia ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici oppure, in terreni poco o mediamente addensati privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni oppure potrà essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo;
- la perforazione da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, sia eseguita, per la sola parte interessata all'interno del tubo-forma, imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici. Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna, adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare;
- l'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento sia sufficiente ad evitare rifluimenti a fondo foro;
- la perforazione all'interno del tubo di rivestimento sia eseguita mediante:
  - benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
  - secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica;in entrambi i casi si dovrà conseguire la disaggregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro;
- la perforazione non sia approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma;
- nel caso di presenza di falda, il foro sia costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango stabilizzante) con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda e lo scavo all'interno sia approfondito sino alla quota di progetto.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disagregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

##### **b) Armature**

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni riportate ai paragrafi precedenti.

##### **c) Getto del calcestruzzo**

L'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni riportate ai paragrafi precedenti.

#### **4.13.2.6 Pali trivellati ad elica continua**

##### **a) Tecniche ed attrezzature per la perforazione**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- si utilizzino escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montato su asta di guida, e dotati di dispositivo di spinta;
- l'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) siano commisurate alla profondità da raggiungere;
- la perforazione sia eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare;
- il macchinario di perforazione sia dotato di dispositivo automatico di registrazione in continuo del volume di calcestruzzo gettato in funzione della profondità e del diametro del palo;
- l'anima centrale dell'elica sia cava in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo;
- all'estremità inferiore dell'anima dell'elica sia posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto;
- la perforazione avvenga di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento;
- il volume di terreno estratto per caricamento della trivella sia 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'Appaltatore, con l'accordo della Direzione dei Lavori potrà eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale dei pali allo scopo di agevolare la perforazione.

##### **b) Getto del calcestruzzo**

I conglomerati cementizi dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto e rispondere ai requisiti richiesti dal presente Capitolato.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori per l'approvazione le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, sia allo stato fresco che allo stato indurito; in ogni caso, la tecnica di posa in opera dell'armatura (a getto ultimato), richiede l'uso di un calcestruzzo che conservi per tutta la durata del riempimento del palo la classe di consistenza S4. L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'inizio del getto avvenga solo quando sia assicurata la fornitura del calcestruzzo necessario al completamento dell'intero palo. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato;



- il calcestruzzo venga pompato entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione;
- l'estrazione dell'asta di trivellazione sia effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature eccessive, ovvero a evitare interruzioni del getto;
- il circuito di alimentazione del getto sia provvisto di un manometro di misura della pressione;
- la pressione sia mantenuta costante entro l'intervallo di pressione previsto in relazione al tipo di terreno.

### **c) Armature**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- la gabbia di armatura sia costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche del presente documento;
- siano adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia d'armatura entro la colonna di calcestruzzo appena formata e, se necessario, che la gabbia sia opportunamente irrigidita;
- l'inserimento della gabbia avvenga immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa.
- Variazioni a tale metodologia dovranno essere approvate dalla Direzione dei Lavori.

#### **4.13.2.7 Micropali in genere**

Si tratta di pali che hanno un piccolo diametro (diametro del fusto minore di 300 mm per pali trivellati e diametro del fusto o estensione della massima sezione trasversale non maggiore di 150 mm per pali infissi).

### **a) Tecniche ed attrezzature per la perforazione**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, oltre al rispetto di quanto previsto al punto 7.5, dovrà verificare che:

- le perforazioni siano eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile;
- i fluidi di perforazione consistano in:
  - acqua;
  - fanghi;
  - aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro o in altri casi proposti dall'Appaltatore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;
- sia comunicata alla Direzione dei Lavori l'adozione della perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi stabilizzanti;

- la perforazione sia eseguita mediante sonda a rotazione o rotoperdizione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto;
- per la circolazione del fluido di perforazione siano 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 rotoperdizione con martello a fondo foro si utilizzino compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:
  - portata > 10 mc /min;
  - pressione 8 bar.

La perforazione “a secco” senza rivestimento di norma non è ammessa; solo previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, L'Appaltatore potrà utilizzarla in caso di terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata ( $c_u$ ) che, alla generica profondità di scavo ( $H$ ), soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno.

Per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

#### **4.13.2.8 Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive**

##### **a) Allestimento del micropalo**

L'Appaltatore, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- completata la perforazione, si provveda 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;
- venga quindi inserita l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto; sono preferibili i centratori non metallici;
- il tubo sia prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione;
- si proceda immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina);

#### **4.13.3 Prove sui pali**

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'Appaltatore e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

##### **Pali di prova**

Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero indicato dalla Direzione lavori; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

### **Prove di collaudo statico**

Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Appaltatore è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'Appaltatore, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

### **Pali trivellati di grande diametro**

Sui pali trivellati si eseguiranno prove tipo Cross Hole. Il metodo di prova si basa sulla registrazione continua di segnali di frequenza ultrasonica dopo l'attraversamento di sezioni di calcestruzzo: esso richiede la predisposizione del palo su tutta l'altezza, prima del getto, con tre (o più) tubi diametro 1' ed un quarto neri, filettati e manicottati tipo Fretz-Moon e similari.

Tali tubi saranno inseriti nella gabbia d'armatura prima della sua posa in opera, ai vertici di un triangolo equilatero, legati all'interno delle spirali e dovranno restare approssimativamente parallele anche dopo la loro messa in opera ed il getto successivo del palo. Entro tali tubi verranno fatte scorrere, durante l'esecuzione delle prove, apposite sonde da 25 mm di diametro e 30 cm di lunghezza: i tubi dovranno quindi essere liberi da ostacoli e successivamente riempiti con acqua chiara.

Il metodo adottato dovrà consentire di rappresentare il segnale di ricezione in maniera globale per la valutazione dell'omogeneità delle sezioni esaminate.

Sui pali trivellati è prevista inoltre una prova di carico non distruttiva con celle di Osterrberg.

Compreso la predisposizione di idoneo sistema idraulico necessario per la messa in pressione della cella per tutta la lunghezza del palo, l'impiego di trasduttori di tipo LVWDTs nel numero non inferiore a 3 unità posizionati tra la piastra inferiore e la piastra superiore della cella di carico, l'impiego di n. 2 strain gauges e relativi materiali accessori per il collegamento tra la piastra superiore della cella e la testa del palo, i collegamenti necessari, le attrezzature di carico e misura adeguate. Compreso altresì

ogni altro materiale di consumo, ogni onere e magistero per lo svolgimento della prova, ogni attrezzatura necessaria, l'assistenza e la supervisione per le varie fasi di svolgimento dell'intervento, l'impiego di personale tecnico specializzato, la redazione dell'apposita relazione descrittiva, nonché il rilascio del report finale sulla prova svolta.

### **Ancoraggi - Micropali**

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.

La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori.

## **4.14 NUOVE OPERE D'ARTE E INTERVENTI SULL'ESISTENTE**

Il progetto prevede la realizzazione di alcune opere d'arte e alcuni interventi su opere d'arte esistenti sul tracciato della nuova linea tranviaria.

Si riportano di seguito delle disposizioni aggiuntive a quelle già presenti nei Capitolati.

### **4.14.1 Generalità**

Valgono le prescrizioni già indicate nel progetto delle relative opere, con riferimento soprattutto alle relazioni strutturali e sui materiali, oltre che agli elaborati grafici, di dettaglio o generali.

Per quanto riguarda le cantierizzazioni, la sicurezza e gli apprestamenti, oltre a quanto già previsto a progetto si fa riferimento a quanto prescritto al capitolo 4.3 del presente Capitolato Speciale.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 05/11/1971 n. 1086, delle Norme Tecniche per le costruzioni, del D.M. 17.1.2018 e relativa Circolare 21 gennaio 2019, n. 617, della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI EN 10025:2005 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- CNR 182 - 1997 (CNR 10011/97) relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione;
- Eurocodice n° 2 sulla "Progettazione delle strutture in calcestruzzo" (UNI EN 1992);
- Eurocodice n° 3 sulla "Progettazione delle strutture in acciaio" (UNI EN 1993).

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche statiche di tutte le opere incluse nell'appalto, verificando ed aggiornando eventualmente gli elaborati progettuali (relazioni di calcolo ed elaborati grafici), elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988 e D.M. 17/01/2018.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia.

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista incaricato dall'Impresa e dall'Impresa stessa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, facenti parte degli elaborati AS-BUILT;

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge;

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati» ai sensi della normativa sopracitata; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;

- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio/varo e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio/varo dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio e di eventuali opere provvisoria.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione saranno sottoposti alla verifica dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente, qualificato, di fiducia della Direzione Lavori.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Gli oneri relativi alla consulenza ed ai controlli eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori saranno a carico dell'Impresa.

Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Le prove di carico prescritte dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa. A tal fine l'Impresa dovrà preliminarmente sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori una Relazione tecnica indicante gli schemi di carico, le modalità di prova e i risultati attesi.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Le modalità di movimentazione e trasporto degli elementi prefabbricati e, in particolare, delle travi in c.a.p. saranno tali da non provocare alcuna sovratensione rispetto a quelle valutate in sede di progetto e da non condizionare in alcun modo il comportamento in esercizio degli elementi in esame.



In ogni caso prima di procedere alla realizzazione degli elementi prefabbricati l'impresa dovrà produrre una relazione, in cui siano illustrate le procedure che intende adottare e le relative verifiche statiche, e sottoporre tale relazione all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Per i materiali valgono le precisazioni riferite ai singoli materiali e lavorazioni del presente Capitolato Speciale.

#### **4.14.2 Apparecchi di appoggio per ponti, viadotti e passerelle**

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso, mobile, unidirezionale o bidirezionale, fisso con spina a rottura, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera", di "carrello - cerniera", di "cerniera" per i carichi d'esercizio "carrello" in presenza di sisma distruttivo, e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018, dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a. il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- b. l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c. l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d. l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e. la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f. l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g. l'indicazione delle relazioni che l'apparecchio dovrà sopportare;
- h. l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere preregolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre, dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

#### **4.14.3 Giunti di dilatazione per ponti, viadotti e passerelle**

In corrispondenza delle interruzioni strutturali si devono adottare dispositivi di giunto atti ad assicurare la continuità del piano viabile. Le caratteristiche dei giunti e le modalità del loro collegamento alla struttura devono essere tali da ridurre il più possibile le sovrasollecitazioni di natura dinamica dovute ad irregolarità locali e da assicurare la migliore qualità dei transiti.

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 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.

In corrispondenza dei giunti si deve impedire la percolazione delle acque meteoriche o di lavaggio attraverso i giunti stessi. Nel caso di giunti che consentano il passaggio delle acque, queste devono confluire in appositi dispositivi di raccolta, collocati immediatamente sotto il giunto, e devono essere convogliate a scaricarsi senza possibilità di ristagni o dilavamenti che interessino le strutture.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dalle:

- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto
- UNI EN 1337-3 Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici
- Legge n.1086 5 Novembre 1971, e relativo D.M. in vigore: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.



- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzione per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

Sono a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- a) magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- b) trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- c) tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
- d) l'adattamento dei casseri;
- e) le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
- f) 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 protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener 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 sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco Prezzi.

#### **4.14.4 Verniciature e impermeabilizzazioni**

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di Legge e delle norme tecniche di settore.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

## 4.15 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

### 4.15.1 Generalità

Le costruzioni in muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nel D.M. 17 gennaio 2018 e relativa normativa tecnica vigente.

Tutti i tipi di blocchi per muratura (portanti e da tamponamento) devono obbligatoriamente essere marcati CE.

Le malte per muratura (e per i giunti e per l'intonaco) devono obbligatoriamente essere marcate CE.

### 4.15.2 Malte per murature

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti, le caratteristiche tecniche e i componenti dell'impasto con le stesse caratteristiche già descritte nei relativi capitoli 2.1, 2.2, 2.3, 2.5 del presente Capitolato.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione **fm**.

La classe di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza fm espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la Tab. 11.10.II del D.M. 17 gennaio 2018.

Per l'impiego in muratura portante non sono ammesse malte con resistenza fm < 2,5 N/mm<sup>2</sup>.

Per garantire la durabilità è necessario che i componenti la miscela rispondano ai requisiti contenuti nelle norme UNI EN 1008 (acqua di impasto), nelle norme europee armonizzate UNI EN 13139 (aggregati per malta) e UNI EN 13055 (aggregati leggeri).

Le malte possono essere prodotte in fabbrica oppure prodotte in cantiere mediante la miscelazione di sabbia, acqua ed altri componenti leganti.

Le malte per muratura prodotte in fabbrica devono essere specificate o come malte a prestazione garantita oppure come malte a composizione prescritta.

La composizione delle malte per muratura prodotte in cantiere deve essere definita dalle specifiche del progetto esecutivo.

#### 4.15.2.1 Malte a prestazione garantita

La malta a prestazione garantita deve essere specificata per mezzo della classe di resistenza a compressione con riferimento alla classificazione riportata nella seguente tabella:

Tab. 11.10.II – NTC 2018

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal fabbricante						

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella UNI EN 1015-11.

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998- 2 e, secondo quanto specificato alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e recare la Marcatura CE, secondo il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione indicato nella Tabella 11.10.III del medesimo D.M.

Tabella 11.10.III – NTC 2018

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2 +

#### 4.15.2.2 Malte a composizione prescritta

Per le malte a composizione prescritta le proporzioni di composizione in volume o in massa di tutti i costituenti devono essere dichiarate dal fabbricante.

La resistenza meccanica dovrà essere verificata mediante prove sperimentali svolte in accordo con le UNI EN 1015-11.

Le malte a composizione prescritta devono inoltre rispettare le indicazioni riportate nella norma europea armonizzata UNI EN 998-2 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione indicato nella tabella 11.10.IV. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tabella 11.10.IV – NTC 2018

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali e non	4

Per le composizioni in volume descritte nella tabella 11.10.V è possibile associare la classe di resistenza specificata

Tabella 11.10.V – NTC 2018- Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	--	--	1	3	--
M 2,5	Pozzolonica	--	1	--	--	3
M 2,5	Bastarda	1	--	2	9	--
M 5	Bastarda	1	--	1	5	--
M 8	Cementizia	2	--	1	8	--
M 12	Cementizia	1	--	--	3	--

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma UNI EN 1015-11, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 11.10.II delle NTC 2018.

#### 4.15.3 Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione

Nella costruzione 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.);
- 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.

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 connessioni.



La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto 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 connessioni 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, 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.

### **Regole di dettaglio**

Costruzioni in muratura ordinaria: ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli debbono avere altezza minima pari all'altezza del solaio e larghezza almeno pari a quella del muro; è consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm<sup>2</sup>, le staffe debbono avere diametro non inferiore a 6 mm ed interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai debbono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e comunque per non meno di 12 cm ed adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione efficacemente ammortato alla muratura.

**Costruzioni in muratura armata:** gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata.

Le barre di armatura debbono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e debbono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza ed ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04 %, né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse debbono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (§7.3.6.2 NTC2018). La prestazione, consiste nell'evitare la possibile espulsione delle tamponature sotto l'azione della Fa, si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm.

#### 4.15.4 Muratura portante: tipologie e caratteristiche tecniche

##### Murature

Le murature costituite dall'assemblaggio organizzato ed efficace di elementi e malta possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. In questo ultimo caso, qualora siano presenti le connessioni trasversali previste dall'Eurocodice UNI EN 1996-1-1, si farà riferimento agli stessi Eurocodici UNI EN 1996-1-1, oppure, in assenza delle connessioni trasversali previste dall'Eurocodice, si applica quanto previsto al punto 4.6 (Altri sistemi costruttivi) del D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di elementi naturali, le pietre di geometria pressoché parallelepipedica, poste in opera in strati regolari, formano le murature di pietra squadrata. L'impiego di materiale di cava grossolanamente lavorato è consentito per le nuove costruzioni, purché posto in opera in strati pressoché regolari: in tal caso si parla di muratura di pietra non squadrata; se la muratura in pietra non squadrata è intercalata, ad interasse non superiore a 1,6 m e per tutta la lunghezza e lo spessore del muro, da fasce di calcestruzzo semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari di laterizio pieno, si parla di muratura listata.

L'uso di giunti di malta sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) e/o di giunti verticali a secco va limitato ad edifici con numero di piani fuori terra non superiore a quanto specificato al punto 7.8.1.2 delle Norme Tecniche di cui al citato decreto ed altezza interpiano massima di 3.5 m.

##### Materiali

Gli elementi da utilizzare per costruzioni di muratura portante devono essere tali da evitare rotture fragili. A tal fine gli elementi devono possedere i requisiti indicati nel punto 4.5.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e, fatta eccezione per le costruzioni caratterizzate, allo SLV, da  $\sigma_{agS} \leq 0,075g$ , rispettare le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti, non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti, disposti parallelamente al piano del muro, continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante ( $f_{bk}$ ), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa o, in alternativa, resistenza media normalizzata nella direzione portante ( $f_b$ ) non inferiore a 6 MPa ;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete ( $f_{bk}$ ), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

La malta di allettamento per la muratura ordinaria deve avere resistenza media non inferiore a 5 MPa.

Nel caso di utilizzo di elementi per muratura che fanno affidamento a tasche per riempimento di malta, i giunti verticali possono essere considerati riempiti se la malta è posta su tutta l'altezza del giunto su di un minimo del 40% della larghezza dell'elemento murario.

L'uso di giunti sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati allo SLV, da  $agS \leq 0,15$  g, con le seguenti limitazioni:

- altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura: 10,5 m se  $agS \leq 0,075$  g; 7 m se  $0,075 < agS \leq 0,15$  g ;
- numero dei piani in muratura da quota campagna:  $\leq 3$  per  $agS \leq 0,075$  g ;  $\leq 2$  per  $0,075 < agS \leq 0,15$  g.

L'uso di giunti verticali non riempiti è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati, allo SLV, da  $agS \leq 0,075$  g, costituiti da un numero di piani in muratura da quota campagna non maggiore di due e altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura di 7 m.

Gli elementi per murature con giunti sottili e/o giunti verticali a secco debbono soddisfare le seguenti limitazioni:

- spessore minimo dei setti interni: 7 mm;
- spessore minimo dei setti esterni: 10 mm;
- percentuale massima di foratura: 55% ;

Sono ammesse murature realizzate con elementi artificiali o elementi in pietra squadrata.

È consentito utilizzare la muratura di pietra non squadrata o la muratura listata solo per costruzioni caratterizzate, allo SLV, da  $agS \leq 0,075$  g. \*( $agS$  è l'accelerazione del sito comprensiva degli effetti di amplificazione locale).

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alla pertinente norma europea armonizzata della serie UNI EN 771 e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, recare la Marcatura CE, secondo il sistema valutazione e verifica della costanza della prestazione ivi indicato.

Specifica tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompreso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	Categoria I	2+
	Categoria II	4

Come più precisamente specificato nelle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771, gli elementi di categoria I hanno una resistenza alla compressione dichiarata, determinata tramite il valore medio o il valore caratteristico, e una probabilità di insuccesso nel raggiungerla non maggiore del 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questo requisito.





L'uso di elementi per muratura portante di Categoria I e II è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente di sicurezza  $M$  riportato nel relativo paragrafo 4.5.6. del D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.

### **Prove di accettazione**

Oltre a quanto previsto alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i., la Direzione dei Lavori è tenuta a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle norme armonizzate della serie UNI EN 771.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

### **Criteri di progetto e requisiti geometrici**

Le piante delle costruzioni debbono essere quanto più possibile compatte e simmetriche rispetto ai due assi ortogonali. Le pareti strutturali, al lordo delle aperture, debbono avere continuità in elevazione fino alla fondazione, evitando pareti in falso. Le strutture costituenti orizzontamenti e coperture non devono essere spingenti. Eventuali spinte orizzontali, valutate tenendo in conto l'azione sismica, devono essere assorbite per mezzo di idonei elementi strutturali.

I solai devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti strutturali e di vincolo nei confronti delle azioni fuori del piano delle pareti, pertanto devono essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma.

La distanza massima tra due solai successivi non deve essere superiore a 5 m.

La geometria delle pareti resistenti al sisma deve rispettare i requisiti indicati nel D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.

## **4.15.5 Muratura portante: elementi resistenti in muratura**

### **Elementi artificiali**

Per gli elementi resistenti artificiali da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni riportate al punto 11.10.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale) con caratteristiche di cui al punto 11.10. del D.M. 17 gennaio 2018. Gli elementi possono essere rettificati sulla superficie di posa.

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\phi$  ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ .

I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione  $\varphi = 100 F/A$  dove:

- $F$  è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
- $A$  è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura  $\varphi$  coincide con la percentuale in volume dei vuoti come definita dalla norma UNI EN 772-9.

Le Tab. 4.5.Ia-b riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo rispettivamente.

Tabella 4.5.Ia - Classificazione elementi in laterizio

Elementi	Percentuale di foratura $\varphi$	Area $f$ della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15 \%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15 \% < \varphi \leq 45 \%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45 \% < \varphi \leq 55 \%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.

Elementi di laterizio di area lorda  $A$  maggiore di  $300 \text{ cm}^2$  possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a  $35 \text{ cm}^2$ , da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scopo di agevolare la presa manuale; per  $A$  superiore a  $580 \text{ cm}^2$  sono ammessi due fori, ciascuno di area massima pari a  $35 \text{ cm}^2$ , oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento della armatura la cui area non superi  $70 \text{ cm}^2$ .

Tabella 4.5.Ib - Classificazione elementi in calcestruzzo

Elementi	Percentuale di foratura $\varphi$	Area $f$ della sezione normale del foro	
		$A \leq 900 \text{ cm}^2$	$A > 900 \text{ cm}^2$
Pieni	$\varphi \leq 15 \%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Semipieni	$15 \% < \varphi \leq 45 \%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Forati	$45 \% < \varphi \leq 55 \%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$

Non sono soggetti a limitazione i fori degli elementi in laterizio e calcestruzzo destinati ad essere riempiti di calcestruzzo o malta.

Lo spessore minimo dei setti interni (distanza minima tra due fori) è il seguente:

- elementi in laterizio e di silicato di calcio: 7 mm;
- elementi in calcestruzzo: 18 mm;

---

Spessore minimo dei setti esterni (distanza minima dal bordo esterno al foro più vicino al netto dell'eventuale rigatura) è il seguente:

- elementi in laterizio e di silicato di calcio: 10 mm;
- elementi in calcestruzzo: 18 mm;

Per i valori di adesività malta/elemento resistente si può fare riferimento a indicazioni di normative di riconosciuta validità.

### **Elementi naturali**

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile, e resistente al gelo; essi non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili, o residui organici e devono essere integri, senza zone alterate o rimovibili.

Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica ed adesività alle malte determinati secondo le modalità descritte nel punto 11.10.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.15.6 Muratura Portante: Organizzazione Strutturale**

L'edificio a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale.

I sistemi resistenti di pareti di muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni devono essere collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni verticali e orizzontali.

I pannelli murari sono considerati resistenti anche alle azioni orizzontali quando hanno una lunghezza non inferiore a 0,3 volte l'altezza di interpiano; essi svolgono funzione portante, quando sono sollecitati prevalentemente da azioni verticali, e svolgono funzione di controvento, quando sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali.

Ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico dell'edificio, tutte le pareti devono assolvere, per quanto possibile, sia la funzione portante sia la funzione di controventamento.

Gli orizzontamenti sono generalmente solai piani, o con falde inclinate in copertura, che devono assicurare, per resistenza e rigidezza, la ripartizione delle azioni orizzontali fra i muri di controventamento.

L'organizzazione dell'intera struttura e l'interazione ed il collegamento tra le sue parti devono essere tali da assicurare appropriata resistenza e stabilità, ed un comportamento d'insieme "scatolare".

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro.

Tutte le pareti devono essere collegate al livello dei solai mediante cordoli di piano di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

I cordoli di piano devono avere adeguata sezione ed armatura.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare tra loro i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche o altro materiale resistente a trazione, le cui estremità devono essere efficacemente ancorate ai cordoli.

Per il collegamento nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

Per il collegamento in direzione normale alla tessitura del solaio, si possono adottare opportuni accorgimenti che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei al solaio.

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è generalmente realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

Lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 150 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 200 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 240 mm;
- muratura di pietra squadrata 240 mm;
- muratura di pietra listata 400 mm;
- muratura di pietra non squadrata 500 mm.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **4.15.7 Murature REI**

Il D.M. 16.02.07 che recepisce la UNI EN 13501 divide il REI in:

- R= resistenza
- E= emissione
- I= isolamento

La R si usa solo per identificare le strutture portanti.

Il posizionamento, le caratteristiche e le prestazioni delle murature REI sono quelle previste negli elaborati del progetto.

Per le murature REI valgono tutte le prescrizioni già indicate nel capitolo 4.15 per i vari tipi di murature.

In ogni caso, L'Appaltatore a lavori ultimati dovrà produrre per iscritto una dichiarazione a firma di un professionista abilitato che le murature per cui è richiesta una classe di resistenza al fuoco (REI), sono posate in opera a regola d'arte e che pertanto sia i materiali impiegati sia la loro posa in opera rispettano le caratteristiche REI richieste dalle normative vigenti.

Valgono le prescrizioni già riportate nel capitolo 4.4 del presente Capitolato.

## **4.16 ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI**

### **Generalità**

Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dal D.M. 17 gennaio 2018, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata, ai sensi dell'articolo 52, comma 2, del D.P.R. 380/01, dal Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio e previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.

Si intendono per "sistemi costruttivi diversi", quelli per cui le regole di progettazione ed esecuzione non siano previste nelle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 o nei riferimenti tecnici e nei documenti di comprovata validità di cui al Capitolo 12 del citato decreto, nel rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalle stesse norme tecniche.

In ogni caso, i materiali o prodotti strutturali utilizzati nel sistema costruttivo devono essere conformi ai requisiti di cui al Capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per singoli casi specifici le amministrazioni territorialmente competenti alla verifica dell'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni ai sensi del DPR 380/2001 o le amministrazioni committenti possono avvalersi dell'attività consultiva, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera b), del D.P.R. 204/2006, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che si esprime previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.

## **4.17 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

### **4.17.1 Generalità**

#### **Impasti di Calcestruzzo**

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

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 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.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

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.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

#### **4.17.2 Controlli sul Calcestruzzo**

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e quanto già indicato al capitolo 2.2, 2.3 e 2.7.1 del presente Capitolato

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.17.3 Resistenza al Fuoco**

Le verifiche di resistenza al fuoco saranno da eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

#### **4.17.4 Stagionatura e disarmo**

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

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

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche NTC 2018.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

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

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

#### **4.17.5 Interventi su strutture esistenti**

Il progetto prevede la realizzazioni di interventi di adeguamento e miglioramento strutturale su alcune opere attraversate dalla nuova linea tranviaria.

Per esse valgono le stesse indicazioni generali presenti nel capitolo **Error! Reference source not found..**

#### **4.17.6 Norme per il cemento armato normale**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente Regionale e Nazionale.

##### **4.17.6.1 Casseforme, armature e centinature**

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nelle NTC 2018 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella 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.

##### **4.17.6.2 Armatura delle travi**

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$  essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.



#### **4.17.6.3 Armatura dei pilastri**

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di  $\frac{1}{4}$  del diametro massimo delle barre longitudinali.

#### **4.17.6.4 Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

#### **4.17.6.5 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni**

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le

giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare, il documento progettuale esecutivo deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

#### **4.17.7 Norme ulteriori per il cemento armato precompresso**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

I sistemi di precompressione con armature possono essere a cavi scorrevoli ancorati alle estremità (sistemi post-tesi) o a cavi aderenti (sistemi pre-tesi).

La condizione di carico conseguente alla precompressione si combinerà con le altre (peso proprio, carichi permanenti e variabili) al fine di avere le più sfavorevoli condizioni di sollecitazione.

Nel caso della post-tensione, se le armature di precompressione non sono rese aderenti al conglomerato cementizio dopo la tesatura mediante opportune iniezioni di malta all'interno delle guaine (cavi non aderenti), si deve tenere conto delle conseguenze dello scorrimento relativo acciaio-calcestruzzo.

Le presenti norme non danno indicazioni su come trattare i casi di precompressione a cavi non aderenti per i quali si potrà fare riferimento ad UNI EN 1992-1-1.

Nel caso sia prevista la parzializzazione delle sezioni nelle condizioni di esercizio, particolare attenzione deve essere posta alla resistenza a fatica dell'acciaio in presenza di sollecitazioni ripetute.

#### **Esecuzione delle opere in calcestruzzo armato precompresso**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità

delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Nel caso di armature pre-tese, nella testata i trefoli devono essere ricoperti con adeguato materiale protettivo, o con getto in opera.

Nel caso di armature post-tese, gli apparecchi d'ancoraggio della testata devono essere protetti in modo analogo.

All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. Per prodotti marcati CE si applicano le procedure di controllo previste dalle pertinenti norme europee armonizzate.

La distanza minima netta tra le guaine deve essere commisurata sia alla massima dimensione dell'aggregato impiegato sia al diametro delle guaine stesse in relazione rispettivamente ad un omogeneo getto del calcestruzzo fresco ed al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, vanno registrati in apposite tabelle e confrontate con le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici previsti in progetto.

La protezione dei cavi scorrevoli va eseguita mediante l'iniezione di adeguati materiali atti a prevenire la corrosione ed a fornire la richiesta aderenza.

Per la buona esecuzione delle iniezioni è necessario che le stesse vengano eseguite secondo apposite procedure di controllo della qualità.

#### **4.17.8 Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., del D.M. 17 gennaio 2018 e le norme regionali della Regione Lombardia.

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, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

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.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Come indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto, è onere dell'Appaltatore richiedere ed ottenere presso gli enti competenti tutti i permessi e le ordinanze per eseguire le lavorazioni, ivi compreso il pagamento degli oneri relativi, per i quali L'Appaltatore si deve ritenere già compensato.

#### **4.17.9 Calcestruzzo di aggregati leggeri**

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa e regionale vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 206.

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei punti 4.1 e 11.1. del D.M. 17 gennaio 2018.

### **4.18 STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO**

#### **4.18.1 Generalità**

***L'Appaltatore dovrà predisporre e consegnare alla Direzione dei Lavori e alla Stazione Appaltante il progetto esecutivo e costruttivo delle opere prefabbricate, elaborato sulla base dell'effettivo sistema costruttivo del produttore che lo realizzerà. Il progetto dovrà essere comprensivo del piano di montaggio delle opere prefabbricate, del piano di manutenzione aggiornato, del cronoprogramma e dell'aggiornamento del PSC che si rendesse necessario predisporre sulla base del progetto esecutivo e costruttivo redatto. Tutti i documenti dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori e alla Stazione Appaltante almeno 30 giorni prima dell'avvio del cantiere, per approvazione.***

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute dal D.M. 17 gennaio 2018. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.



Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi del Regolamento UE n. 305/2011 (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1971, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

In ogni caso, per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.18.2 Prodotti prefabbricati non soggetti a Marcatura CE**

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti a Dichiarazione di Prestazione e conseguente Marcatura CE secondo una specifica tecnica armonizzata elaborata ai sensi del Regolamento UE 305/2011 e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata
- serie controllata

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

I prodotti non marcati CE dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione dei Lavori.

#### **4.18.3 Responsabilità e Competenze**

Il Progettista e il Direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e della Direzione dei Lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie della Direzione dei Lavori.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori dell'opera di destinazione.

#### **4.18.4 Posa in Opera**

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

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.

#### **4.18.5 Appoggi**

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

#### **4.18.6 Realizzazione delle Unioni**

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

#### **4.18.7 Tolleranze**

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dalla Direzione dei Lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

#### **4.18.8 Montaggio**

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.

Sarà cura dell'Appaltatore procedere alla redazione del piano operativo di cantiere per il montaggio delle strutture costituenti, da consegnare alla Direzione dei Lavori per approvazione. Tale piano sarà coerente con le indicazioni fornite in merito dagli elaborati costituenti il progetto esecutivo e conterrà le indicazioni anche in riferimento alla sicurezza delle lavorazioni, di concerto con quanto previsto dal PSC.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in

condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

#### **4.18.9 Controllo e Accettazione**

Per i controlli sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dalla Direzione dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.8. del D.M. 17 gennaio 2018.

### **4.19 COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.**

#### **4.19.1 Generalità**

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

Per tutti gli elementi prefabbricati qualificati secondo quanto previsto nei punti A oppure C del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'articolo 58 del d.P.R. 380/2001. Resta comunque l'obbligo degli adempimenti di cui al d.P.R. 380/01 presso il competente ufficio territoriale, nonché, nel caso di edifici con struttura a pannelli portanti quelli dell'articolo 56 del d.P.R. 380/2001. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i seguenti punti 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del citato decreto, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Metodo 1: Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Metodo 2: Dichiarazione delle proprietà di prodotto, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;





- Metodo 3: Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1.

#### **4.19.2 Documenti di accompagnamento**

La Direzione dei Lavori è tenuta a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del d.P.R. n. 380/2001, da consegnare alla Direzione dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- c) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- d) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dalla Direzione dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- e) per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal fabbricante, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- f) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione della Direzione dei Lavori di cui all'art. 65 del d.P.R. n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, la Direzione dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M.

Il fabbricante di elementi prefabbricati deve altresì fornire alla Direzione dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

g) destinazione del prodotto;

h) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

i) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;

j) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

k) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;

- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;

la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

## **4.20 SOLAI**

### **4.20.1 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 relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, come previsto nel D.M. 17 gennaio 2018.

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.

I solai dovranno rispettare le caratteristiche di progetto e, in caso di assenza di indicazioni nello stesso, le caratteristiche minime richieste dalle Leggi in vigore e dalle Norme di buona tecnica relative (come UNI EN 13747, UNI EN 15037 e UNI EN 771), con specifico riferimento ai valori di resistenza, peso, acustici, termici e dei requisiti antincendio.

Il collaudatore potrà prescrivere delle prove di carico a verifica dei solai e gli oneri delle stesse sono a carico dell'Appaltatore e si ritengono già compresi all'interno delle relative voci di Elenco Prezzi dei solai.

#### **4.20.2 Solai di cemento armato - Misti - Prefabbricati: generalità e classificazione**

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso 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. 17 gennaio 2018.

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- 1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- 2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- 3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni dell'articolo 4.17 - "Opere e Strutture di Calcestruzzo". I solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

##### **4.20.2.1 Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi forati in laterizio o in calcestruzzo**

Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i blocchi in laterizio hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

Essi si suddividono in:

- 1) blocchi collaboranti
- 2) blocchi non collaboranti.

Nel caso di blocchi non collaboranti la resistenza allo stato limite ultimo è affidata al calcestruzzo ed alle armature ordinarie e/o di precompressione.

Nel caso di blocchi collaboranti questi partecipano alla resistenza in modo solidale con gli altri materiali.

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.

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.

#### **a) 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 quanto attiene la distribuzione delle armature: trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

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.

#### **b) 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.

#### **4.20.2.2 Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi diversi dal laterizio o calcestruzzo**

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio, con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc., devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

#### **a) Categorie di blocchi**

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- Blocchi collaboranti.

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.

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.

#### **b) 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.

#### **4.20.2.3 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.

#### **4.20.2.4 Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in C.A. e C.A.P.**

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Inoltre relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una ridistribuzione trasversale dei carichi è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata e si deve verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

## **4.21 STRUTTURE IN ACCIAIO**

### **4.21.1 Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti, comprese quelle della Regione Lombardia.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) 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, la qualità degli acciai da impiegare, la classe di esecuzione delle strutture, conforme al progetto redatto dallo strutturista, prescrizioni per il trasporto e la posa in opera e la durabilità;
- b) 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.

#### **4.21.1.1 Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione**

##### **Spessori limite**

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore  $t = 3$  mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

### **Acciaio incrudito**

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

### **Giunti di tipo misto**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

### **Problematiche specifiche**

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento all'Eurocodice e, in ultima scelta, a normative di comprovata validità.

### **Apparecchi di appoggio**

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

### **Verniciatura e zincatura**

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere



particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrasspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

### **Controlli in Corso di Lavorazione**

L'Appaltatore 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'Appaltatore 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.

### **Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati**

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Tutti i prodotti devono avere la Marcatura CE.

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





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

L'Appaltatore 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'Appaltatore 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 sovrasollecitate o deformate.

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.

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'Appaltatore è tenuto 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 soprasuolo 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, l'Appaltatore dovrà avvisare la Direzione dei Lavori.

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'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

#### **4.21.2 Acciaio per calcestruzzo armato**

##### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni, con caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 10080.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori; le attrezzature devono essere conformi alle specifiche disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle Direttive comunitarie di prodotto, idonee ai fini della salute e sicurezza e adeguate al lavoro da svolgere, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e del D.Lgs. 17/2010.

- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

##### **Reti e tralicci elettrosalati**

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq d \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$ .

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

#### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono avvenire secondo quanto disposto al punto 11.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.21.3 Acciaio per cemento armato precompresso**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati e controllati secondo le procedure prescritte nel D.M. 17 gennaio 2018.

#### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

- Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli o in fasci;
- Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei, le caratteristiche finali del prodotto possono essere conferite con trattamento termico o meccanico successivo alla laminazione;
- Treccia: prodotto formato da 2 o 3 fili trafilati dello stesso diametro nominale avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale fornito in rotolo o bobine; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;

- Trefolo: prodotto formato da 6 fili trafilati avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali, fornito in bobine. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato esterno.

Per quanto non specificato nel presente paragrafo riguardo fili, trecce e trefoli si deve fare riferimento alle norme UNI 7675 ed UNI 7676.

I fili possono essere a sezione trasversale circolare o di altre forme e devono essere prodotti da vergella avente composizione chimica conforme a una delle seguenti norme: UNI EN ISO 16120-2 e UNI EN ISO 16120-4.

I fili sono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. La superficie dei fili può essere liscia o improntata.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

I fili delle trecce possono essere lisci o improntati. I fili dello strato esterno dei trefoli possono essere lisci od improntati. I fili dei trefoli e delle trecce devono essere prodotti da vergella avente caratteristiche meccaniche e composizione chimica omogenee e conformi ad una delle seguenti norme: UNI EN ISO 16120-2 e UNI EN ISO 16120-4.

Il processo di improntatura deve essere completato prima della trecciatura o della trefolatura, rispettivamente per le trecce e per i trefoli.

I trefoli compattati possono essere prodotti per trafilatura o laminazione dopo la trefolatura e prima del trattamento termico. Quando la trefolatura e la compattazione sono eseguite contemporaneamente, il filo centrale rettilineo deve avere diametro almeno uguale a quello dei fili esterni.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature; vengono individuate mediante il diametro nominale nel caso di barre lisce o mediante il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante nel caso di barre non lisce. Le barre filettate devono avere filetto con passo uniforme e non superiore a 0,8 volte il diametro nominale. Le barre a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature, devono avere geometria superficiale conforme a quanto specificato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre con risalti o nervature dovranno essere fornite con marchio apposto sulle singole barre.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature e per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il fabbricante deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

I fili devono essere esenti da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono avvenire secondo quanto disposto al punto 11.3.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.21.4 Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte**

##### **Acciai laminati**

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U
- Prodotti piani
- lamiere e piatti
- nastri
- Profilati cavi
- tubi prodotti a caldo
- Prodotti derivati
- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

##### **Acciaio per strutture saldate**

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del citato decreto.



---

## **Acciaio per getti**

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

## **Processo di saldatura**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

### Bulloni e chiodi

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, possono essere applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

### Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiami Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.

In alternativa anche gli assiami ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Tabella 1

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		



5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

Tabella 2

Classe	4.6	4.8	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	480	640	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	600	800	1000

### Bulloni "a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'Precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Sistema	Viti		Dadi		Rondelle	
	Classe di resistenza	Riferimento	Classe di resistenza	Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9	UNI EN 14399-3	10	UNI EN 14399-3		
	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4		

### Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI EN 10263 (parti 1 - 5).

#### 4.21.4.1 Procedure di controllo su acciai da carpenteria

#### Controlli di accettazione in cantiere



I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate;
- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate;
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera.

## 4.22 ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)

Si intendono per coperture continue 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 sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo le norme UNI 8178), tali da consentire il rispetto delle caratteristiche minime previste dalla normativa in vigore.

Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

- a) La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:
  - l'elemento portante con funzioni strutturali;
  - lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
  - 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;
  - lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.
- b) La copertura non termoisolata ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
  - l'elemento portante;
  - lo strato di pendenza;
  - elemento di tenuta all'acqua;
  - lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
  - strato di protezione.
- c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
  - l'elemento portante;
  - lo strato di pendenza;
  - 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;
  - elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
  - lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
  - elemento di tenuta all'acqua;
  - strato filtrante;
  - strato di protezione.
- d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
  - l'elemento portante con funzioni strutturali;
  - l'elemento termoisolante;

- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
  - l'elemento di tenuta all'acqua;
  - lo strato di ventilazione;
  - lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
  - lo strato di protezione.
- e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni delle 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 completamento 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 prodotti per isolamento termico ed inoltre si curerà che siano rispettate le prescrizioni del progetto riguardanti le prestazioni termico/acustiche del pacchetto di copertura e si avrà cura 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 stato contiguo;
- 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.

Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane. 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 impermeabilizzazione e per coperture piane. 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 impermeabilizzazione e per coperture piane). 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.

Per gli altri strati complementari riportati nelle norme 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 ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

#### **4.23 ESECUZIONE DI 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 categorie già descritte nel capitolo 4.22.

Vale quanto già indicato al capitolo 4.22 relativo alle coperture piane.

## 4.24 OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTI

Si intendono per opere di vetratura 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, lucernari, botole, portafinestre o porte.

Si intendono per opere da serramentista quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

### 4.24.1 Materiali

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dai capitoli 2.11 e 2.13, oltre che dal progetto, e dove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti:

- a) 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 EN 12758 e UNI 7697).  
Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.
- b) 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.
- c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi alle 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. 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 EN 12488 potrà essere

considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo dovranno essere muniti di marchio CE.

#### **4.24.2 Posa dei serramenti**

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti:

- Devono essere prodotte le documentazioni che certificano la rispondenza alle seguenti norme:
  - Marcatura CE in conformità alla Direttiva CEE 89/106;
  - classe 4 di permeabilità all'aria secondo UNI EN 1026 – UNI EN 12207;
  - classe 9A di tenuta all'acqua secondo UNI EN 1027 - UNI EN 12208;
  - classe C5 di resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12211 - UNI EN 12210;
  - potere fonoisolante pari a 34 dB (ISO 717);
  - prestazione energetica secondo D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.

Ove non presente a progetto prescrizione specifica o più restrittiva, dovranno inoltre essere certificati il potere fonoisolante minimo di 34 dB (ISO 717) e la prestazione termica minima del serramento completo di vetri, prevista dal D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.

Le finestre dovranno essere 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 od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
- La posa con contatto diretto tra serramento e parte murarie 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.) da contatto con la malta.

f) 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.



#### **4.24.3 Serramenti REI – EI**

Per i materiali, vale quanto già indicato al capitolo 2.13.6

L'Appaltatore dovrà produrre la certificazione dei serramenti e dei maniglioni e la dichiarazione che sono stati posati a regola d'arte ai fini delle certificazioni antincendio e ai sensi del D.M. 04.05.1998 e s.m.i.

I serramenti devono possedere le caratteristiche minime descritte a progetto e comunque almeno quelle previste dalle seguenti norme:

- EN 14351-1;
- EN 13241.

Premesso quanto sopra, i serramenti ricadenti nel campo di applicazione delle sopra citate norme armonizzate (Finestre e porte esterne e porte e cancelli industriali) per le quali siano richiesti requisiti di resistenza al fuoco, devono essere commercializzate in accordo alle procedure previste dal Regolamento prodotti da costruzione (marcatura CE e dichiarazione di prestazione).

Le porte non ricadenti nel campo di applicazione delle specifiche tecniche armonizzate prima indicate per l'attestazione delle prestazioni di resistenza al fuoco, restano assoggettate al regime di omologazione in accordo alle procedure indicate nel D.M. 21/06/2004.

L'Appaltatore dovrà produrre alla Direzione Lavori e alla Stazione Appaltante l'apposita documentazione di immissione in commercio di porte resistenti al fuoco, composta da:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione;
- dichiarazione di posa in opera a regola d'arte.

Inoltre, le porte resistenti al fuoco devono essere dotate di marchio di conformità (targhetta) e cioè l'indicazione permanente ed indelebile apposta dal produttore sulla porta contenente almeno il numero progressivo di matricola ed il codice di omologazione;

Quanto sopra vale anche per gli accessori, ove richiesto ai fini della certificazione antincendio: maniglie, maniglioni antipanico, serrature, elettroserrature, chiudiporte, elettomagneti.

Le porte, dove richiesto dal progetto, dovranno essere collegate all'impianto

#### **4.24.4 Strutture in vetro**

Nel caso di utilizzo strutturale del vetro si farà riferimento alle Linee Guida CNR DT 210 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro" ed alla norma UNI EN 13022-2 in merito alla posa e sigillatura degli elementi, nell'ottica di un approccio "failsafe" dell'applicazione (in caso di crisi di uno o più componenti non si deve compromettere la



sicurezza dell'intera struttura o arrecare danni a persone o ad altri sistemi interconnessi od operanti in prossimità).

La scelta del tipo di vetro da utilizzare dipenderà da vari fattori (progettuali, qualitativi, strutturali, ecc.). Tra questi, il comportamento post-rottura dell'elemento dovrà essere valutato principalmente in base al tipo di vetro utilizzato (float, indurito, temperato o combinazione di questi), dallo schema di vincolo e dalla eventuale associazione con altri materiali (intercalari per stratifica, rinforzi, tiranti). Si riporta di seguito un'indicazione qualitativa della capacità post-rottura di portare i carichi di un vetro stratificato in funzione della tipologia dei vetri (Tabella 4.24.2-1).

*Tabella 4.24.2-1 - Indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vetro.*

Tipo di vetro stratificato	Caratteristiche
Ricotto + Ricotto	In generale buona prestazione, principalmente grazie alle grandi dimensioni dei frammenti, che mantengono una buona adesione, anche se va considerato che i bordi taglienti delle fratture possono talvolta danneggiare l'intercalare.
Indurito+ Indurito	Prestazione paragonabile al "Ricotto + Ricotto"
Temperato + Temperato (termico)	Scarsa prestazione con intercalari deformabili (es. PVB). La prestazione migliora all'aumentare della rigidità dell'intercalare (es. Polimeri ionoplastici). I frammenti, piccoli e non taglienti, non danneggiano l'intercalare ma sono maggiormente soggetti a distacchi.
Temperato + Indurito	Prestazione intermedia. In generale un buon compromesso fra capacità portante post-rottura e rischi indotti dalla frammentazione.
Temperato + Indurito chimicamente	Buona prestazione in quanto frammenti di grandi dimensioni. Da considerarsi comunque con grande cautela, in quanto la rottura è estremamente fragile e l'improvviso rilascio di energia può provocare il collasso.

Nella Tabella 4.24.2-2 si riportano indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vincolo.

*Tabella 4.24.2-2 - Indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vincolo.*

Tipo di vincolo	Caratteristiche
Appoggio continuo sul perimetro	Prestazione in generale buona, che migliora all'aumentare della profondità di appoggio.
Vetrazioni con bordi incollati al telaio	Prestazione in generale buona, in quanto l'incollaggio del bordo della vetratura, se correttamente dimensionato, garantisce il mantenimento delle condizioni di vincolo della lastra in caso di rottura.



Appoggio su due lati	Da considerare con cautela. Deve essere dimensionata accuratamente la profondità di appoggio per il rischio di caduta, nel caso di forti inflessioni come quelle che si manifestano nella post-rottura dei vetri.
Appoggio puntuale con dispositivi passanti, borchie e fori cilindrici	Buona prestazione, in quanto la borchia impedisce lo sfilamento del vetro rotto. La prestazione migliora all'aumentare della resistenza dell'intercalare.
Appoggio puntuale con dispositivi passanti e fori svasati	Da considerare con cautela, in quanto in caso di rottura localizzata del vetro all'appoggio, il fissaggio non ostacola lo sfilamento. Se ne sconsiglia l'applicazione nel caso di lastre appese (aggancio all'estradosso della lastra).
Appoggio puntuale con "morsetto"	Da considerare con cautela. Da valutare con attenzione l'ammorsamento, per contenere i rischi di distacco nel caso di forti inflessioni.
Appoggio puntuale con foro passante solo uno strato	Da considerare con cautela per il pericolo di sfilamento nel caso di rottura localizzata del vetro

I vetri strutturali potranno prevedere diverse tipologie di aggancio:

I vetri che utilizzano rotules con foratura passante possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ci deve essere sempre almeno un vetro temperato con successivo trattamento HST (HeatSoakedThermallytoughenedsafetyglass). Infatti essendo forati i vetri devono resistere alle elevate concentrazioni di tensioni che si formano in prossimità dei fori dove alloggiano le rotules (Vedi la Tabella 4.24.2-3).

*Tabella 4.24.2-3 - Tipo di vetro per elementi strutturali vetrati sostenuti per punti con foratura passante*

Vetri con foratura passante			
Tipo di vetro	Natura dei componenti	Parete verticale	Parete orizzontale <sup>1</sup>
Monolitico	Temperato	SI2	NO
	Indurito	SI2	NO
	Ricotto	NO	NO
Stratificato	Ricotto/Ricotto Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato	NO	NO
	Indurito/Indurito	SI3	SI

	Indurito/Temperato		SI3	SI
	Temperato/Temperato		SI3	SI4
Vetrocamera	elemento A	elemento B		
	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI
<p>(1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.</p> <p>(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un ve-tro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.</p>				

I vetri per rotules con foratura non passante possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ciascuna delle precedenti composizioni può essere realizzata con vetri che abbiano subito i seguenti trattamenti termici. Il vetro singolo (monolitico) deve essere temperato e con trattamento HST, ma non può essere usato per i parapetti (ovvero quando ci sono rischi di caduta nel vuoto); è da evitare l'utilizzo di vetro ricotto monolitico. Il vetro stratificato con un'inclinazione rispetto alla verticale compresa tra 0° e 5° deve avere una foratura che interessi anche il vetro esterno: la lastra esterna sarà temperata per migliorare la resistenza alle tensioni locali; la lastra interna non deve essere temperata per ottenere una modalità di frammentazione che consenta una residua coesione post-rottura. Il vetrocamera deve avere l'incollaggio strutturale dei bordi. I tipi di vetro consigliati sono indicati nella Tabella 4.24.2-4.

*Tabella 4.24.2-4 - Tipo di vetro per elementi strutturali vetrati sostenuti per punti con foratura non passante.*

Vetri con foratura non passante			
Tipo di vetro	Natura dei componenti	Parete verticale	Parete orizzontale <sup>1</sup>
Monolitico	Temperato	SI2	NO
	Indurito	SI2	NO
	Ricotto	NO	NO

Stratificato	Ricotto/Ricotto Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato		NO	NO
	Indurito/Indurito		SI3	SI
	Indurito/Temperato		SI3, con foratura almeno dello strato indurito <sup>4</sup>	
	Temperato/Temperato		NO	NO
Vetrocamera	elemento A	elemento B		
	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI
<p>(1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.</p> <p>(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un vetro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.</p> <p>(3) Per la protezione contro le cadute la vetratura deve essere di classe di resistenza all'urto</p>				

I vetri per rotules senza foratura (Tabella 4.24.2-5) possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ciascuna delle precedenti composizioni può essere realizzata con vetri che abbiano subito i trattamenti termici di indurimento o tempera e conseguente trattamento HST.

*Tabella 4.24.2-5 - Tipo di vetro per elementi strutturali con aggancio senza foratura del vetro.*

Vetri non forati			
Tipo di vetro	Natura dei componenti	Parete verticale	Parete orizzontale <sup>1</sup>
Monolitico	Temperato	SI2	NO
	Indurito	SI2	NO
	Ricotto	NO	NO
Stratificato	Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato Indurito/Indurito	SI3	SI
	Ricotto/Ricotto <sup>4</sup>	SI3	

	Temperato/Temperato		NO	NO
Vetrocamera	elemento A	elemento B		
	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI
<p>(1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.</p> <p>(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un vetro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.</p> <p>(3) Per la protezione contro le cadute la vetratura deve essere di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600 [UNI 7697]</p>				

Per quegli elementi soggetti anche a particolari azioni antropiche, quali parapetti e barriere, occorre ricordare che indicazioni riguardo alla sicurezza in uso sono riportate anche in specifiche norme di prodotto, fra le quali le UNI EN 12600, UNI 10806, UNI 10809, UNI EN 14019, UNI EN 12150.

Un'indicazione sul tipo di vetro da utilizzarsi ai fini del comportamento post-rottura è riportata nella Tabella 4.24.2-6. Le classi di prestazioni all'impatto utilizzabili per le varie applicazioni edilizie di vetro piano sono previste nella UNI EN 12600.

*Tabella 4.24.2-6 - Tipologia di vetro di vetro per parapetti e barriere.*

Tipo di vetro	Natura dei componenti	Elemento verticale	Classe prestazionale minima di resistenza all'impatto di cui alla UNI EN 12660 secondo la UNI 7697
Monolitico	Temperato	SI (se la rottura del componente non	In funzione dell'applicazione, secondo quanto previsto dalla norma UNI 7697. (Esempio: classe 1(B)1 in caso di rischio di caduta nel vuoto)
Stratificato	Temperato/Temperato	SI	
	Temperato/Indurito	Per parapetti a fissaggio puntuale delle vetrazioni, vedere Tabelle 3.5-3.6-3.7	
	Temperato/Ricotto	in funzione del tipo di foratura prevista dal fissaggio utilizzato	
	Indurito/Indurito		
	Indurito/Ricotto		
	Ricotto/Ricotto		
<p>Nota: La UNI 7697 indica di impiegare vetro stratificato nel caso in cui si possa verificare caduta nel vuoto.</p>			

## 4.25 OPERE DA CARPENTIERE

Le opere da carpentiere riguardano generalmente la realizzazione di casseforme, ossia un insieme di elementi piani, curvi e di dispositivi per l'assemblaggio e la movimentazione che devono svolgere la funzione di contenimento dell'armatura metallica e del getto di conglomerato cementizio durante il periodo della presa. In particolare, si definisce cassetteria, o più semplicemente casseri, l'insieme degli elementi (perlopiù in legno) che contengono il getto di conglomerato cementizio e che riproducono fedelmente la forma della struttura da realizzare, mentre si definisce banchinaggio l'assemblaggio di tutti gli elementi di sostegno.

La cassaforma è quindi, un sistema atto a realizzare un manufatto in calcestruzzo con determinate caratteristiche di forma e qualità. La qualità del manufatto dipende anche dalle deformazioni e dalla finitura superficiale. (Vedi il capitolo Qualità dei materiali e dei componenti)

Al fine di conseguire le caratteristiche richieste, le prestazioni delle casseforme sono influenzate da:

- le specifiche di progetto del manufatto;
- le modalità di costruzione del manufatto;
- le proprietà del calcestruzzo;
- le modalità di esecuzione del getto.

La norma UNI 11763-1 fornisce i requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'utilizzo delle casseforme verticali componibili e non, destinate alla realizzazione di attrezzature provvisorie atte a contenere il calcestruzzo durante il getto e la maturazione, corredate da sistemi e/o strutture di stabilizzazione e/o di puntellamento di contrasto.

I casseri potranno essere in legno grezzo o lavorato, ma anche in materiale plastico (PVC), in metallo, in EPS, ecc.

L'addetto alla professione di carpentiere, secondo i requisiti, le conoscenze e le abilità dettate dalla norma UNI 11742, dovrà prestare particolare attenzione alle tavole in legno grezzo affinché siano idonee e bagnate prima del getto per evitare che assorbano acqua dall'impasto cementizio e, se autorizzato, trattate con disarmane per impedirne l'aderenza al calcestruzzo. In proposito saranno propedeutiche le indicazioni della Direzione lavori.

In generale, il montaggio di casseforme in legno ed il relativo smontaggio avverrà secondo le seguenti modalità:

- approvvigionamento e movimentazione delle cassetture ed armature di sostegno
- allestimento dell'area necessaria per la lavorazione dei casseri
- realizzazione delle tavole in legno mediante taglio con sega circolare
- posizionamento dei casseri, delle armature di sostegno o banchinaggio, secondo le modalità di progetto
- disarmo delle cassetture
- accatastamento e pulizia delle cassetture

Nell'esecuzione dell'opera potrà essere richiesto l'uso di macchine, attrezzature, sostanze chimiche (oli disarmanti, ecc.) ed opere provvisorie per le quali il carpentiere dovrà adoperarsi per mettere in atto tutte le procedure di salvaguardia e sicurezza necessarie adottando DPI adeguati, conformemente al d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Se la cassaforma non sarà rimossa dopo il getto, rimanendo solidale con il materiale, si parlerà di "cassaforma a perdere".

La cassaforma a perdere potrà essere utilizzata per la realizzazione di vespai, intercapedini e pavimenti aerati, nonché sotto forma di pannelli realizzati con materiali termoisolanti (es. polistirolo, ecc.), per conferire alla struttura un'ideale inerzia termica. In tali casi, i casseri avranno un prezzo distinto da quelli riutilizzabili.

La funzione del cassero sarà sia geometrica, in modo tale che il calcestruzzo gettato possa assumere la forma richiesta dal progetto, che meccanica, cioè essere in grado di sopportare la pressione del getto sulle sue pareti e l'azione delle vibrazioni di costipamento. La cassaforma dovrà inoltre garantire la tenuta stagna del getto, poiché la mancanza di tenuta potrebbe determinare la fuoriuscita della frazione più fine dell'impasto con la conseguente formazione di una struttura spugnosa e con nidi di ghiaia.

Nel caso di realizzazione di pareti in calcestruzzo, saranno utilizzati idonei puntelli di sostegno nella quantità e dimensione sufficiente a contenere la pressione esercitata dal calcestruzzo fresco sul paramento dei casseri. La rimozione dei casseri o disarmo sarà quindi effettuata previo accertamento che la resistenza del calcestruzzo gettato in opera abbia raggiunto la resistenza minima di progetto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo dovranno essere muniti di marchiatura CE.

## **4.26 IMPERMEABILIZZAZIONI**

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.

### **4.26.1 Categorie di impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

#### 4.26.2 Materiali

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:

Per le impermeabilizzazioni di coperture, pavimentazioni, opere interrato, vedere i relativi capitoli e le indicazioni del 2.9;

- a) 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 riporto (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 passaggi di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguite onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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 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.

- 4) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (non 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.

## 4.27 RIVESTIMENTI COMPLESSI

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.

### 4.27.1 Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed a completamento del progetto con le indicazioni seguenti:

a) 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 manutenzione. 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.

b) 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 tralicci 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.

c) Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto in b) per le lastre.



Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, la esecuzione dei fissaggi, 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.

#### **4.27.2 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 materie 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 percettibilità dei giunti.

#### **4.27.3 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 UV., 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;
- con rivestimento della superficie con rivestimenti plastici a spessore;
- 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 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 compresi 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 al punto precedente per la realizzazione e maturazione.
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo punto.

e) 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 igrotermiche (temperatura, umidità) dell'ambiente e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.) nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

## **4.28 PARETI ESTERNE**

Si intende per parete esterna il sistema edilizio aventi 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) partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

#### 4.28.1 Strati funzionali

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:

a) 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 e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

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, 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 da non essere danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nell'articolo a loro dedicato.

b) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolare (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni 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 esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte di 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.

c) Le partizioni interne costituiti 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 fabbricante (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 completati con sigillatura, 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.

## **4.29 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.

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).

### **4.29.1 Abbattimento delle barriere architettoniche**

Le pavimentazioni devono essere conformi alla normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche.

Devono avere caratteristica antisdrucchiabile, ossia realizzate con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep: CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori:

- 0.40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0.40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione ed i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stillate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm, così come previsto al punto 8.2.2 del DM 236/89.

#### **4.29.2 Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composto dai seguenti strati funzionali.

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni trasmesse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.);
- 6) strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- 7) strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) 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).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) lo strato ripartitore;

- 4) strato di compensazione e/o pendenza;
- 5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste altri strati complementari possono essere previsti.

#### **4.29.3 Pavimentazione su strato portante**

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:

- 1) Per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si fa 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.
- 2) 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 a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione e realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- 3) Per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati e 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.
- 4) 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.
- 5) 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.

- 6) 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.
- 7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.
- 8) 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.
- 9) 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 a 20 mm.).

#### **4.29.4 Pavimentazioni su terreno**

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 completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

- 10) 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 UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- 11) 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 nontessuti (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/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- 12) 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.

13) 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.

14) 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 secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà in particolare, la continuità e regolarità dello strato (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.

#### **4.29.5 Pavimentazioni flottanti**

Le pavimentazioni sono ispezionabili e composte da :

- a) struttura di sostegno formata da piedini, in acciaio zincato provvisti di barra filettata e dado di regolazione bloccaggio con dado munito di tacche di fissaggio, testa a croce sagomata per l'aggancio di traverse, con campo di regolazione variabile in altezza;
- b) guarnizioni
- c) antistatiche in politene a tenuta d'aria, antirombo, antipolvere, autoestinguenti e atossiche;
- d) fissaggio al pavimento tramite idonei collanti o tasselli ad espansione;
- e) traverse di collegamento;
- f) piedini in acciaio zincato, disposte a maglie con interasse da progetto o da 600 x 600 mm;
- g) pannello modulare di dimensioni pari alla maglia, rispondente alle norme UNI EN 12825 e con le caratteristiche presenti al capitolo sui rivestimenti interni del presente Capitolato Speciale;

Il sistema dovrà avere marcatura CE e DoP, oltre ad avere reazione al fuoco e classificazione richiesta dal progetto di prevenzione incendi.

Dovrà possedere caratteristiche di riduzione del rumore di calpestio secondo EN ISO 140-8 e un assorbimento acustico (riduzione del riverbero per frequenze comprese tra 150 e 4.000 Hertz) secondo EN ISO 354 (scala  $\alpha$ Sabine o S compresa tra 0 e 1).

Il pavimento dovrà essere installato in locali asciutti, con temperatura compresa tra i 15° e 35°C e un'umidità relativa compresa tra 40% e 75%. Le opere murarie dovranno essere terminate da almeno 60 giorni e le opere di finitura a umido da almeno 30 giorni.

La soletta di appoggio dovrà essere asciutta, liscia, pulita. Per l'installazione i locali dovranno essere sgombri, puliti e senza la contemporanea presenza di altri installatori.



La distribuzione degli impianti dovrà rispettare la modularità del pavimento sopraelevato e dovrà tener conto degli ingombri dei componenti dello stesso.

### **4.30 CONTROSOFFITTI**

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o a esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore.

Tutti i componenti dovranno avere marcatura CE e dovranno rispettare quanto indicato nelle norme tecniche di prodotto tra le quali, a scopo esemplificativo non esaustivo, UNI EN 13964, UNI EN 14246, UNI EN 520, UNI EN 10142, UNI EN 10147, UNI EN 10143.

Le modalità di montaggio dovranno essere conformi alle norme tecniche di riferimento, tra cui la UNI 11424.

Per ulteriori caratteristiche specifiche della posa in opera e di fissaggio alle strutture di sostegno, si rimanda alle già richiamate specifiche tecniche del Prezzario Regione Lombardia.

#### **4.30.1 Requisiti REI**

I controsoffitti REI sono costituiti da pannelli di lana di roccia vulcanica, aventi spessore 22 mm; il pannello è certificato in euroclasse A1 secondo la norma UNI ISO 1182, ha elevate caratteristiche di assorbimento acustico (adatto ad aule scolastiche, mense, auditorium ecc) e stabile al 100% in ambiente umido. L'orditura di sostegno è costituita da una pendinatura con profili portanti ed intermedi in acciaio zincato preverniciato, dimensionati in modo da assicurare, assieme ai pannelli, una resistenza al fuoco certificata non inferiore a REI 180.

Valgono le stesse indicazioni già fornite per gli altri materiali e quanto indicato al capitolo 4.4.

## 5. SCAVI ARCHEOLOGICI

### 5.1 INDICAZIONI

Qualora l'Ente preposto alla sorveglianza del patrimonio archeologico nazionale, dovesse richiedere nel corso dei lavori di scavo o precedentemente all'esecuzione degli stessi, interventi di accertamento o di evidenziazione di reperti archeologici nelle aree di intervento, l'Impresa dovrà soggiacere alle richieste formulate dai sovrintendenti ministeriali o da incaricati dagli stessi, allestendo con personale idoneo specifici cantieri di lavoro gestiti dai funzionari preposti.

Tutti gli eventuali materiali rinvenuti dovranno essere raccolti, puliti, catalogati e conservati in appositi luoghi inaccessibili ad altri e, se richiesto, sorvegliati, con compenso stabilito per il personale impegnato alla sorveglianza con le tariffe di mano d'opera vigenti

### 5.2 ALLESTIMENTO DEL CANTIERE E MISURE DI SICUREZZA

Premesso che negli elaborati del P.S.C. sono indicati tutti i riferimenti normativi per la redazione dei P.O.S. e per il calcolo dell'incidenza dei costi per la sicurezza per cui, come è noto, non si potrà effettuare alcun ribasso in sede di gara, nel presente paragrafo verranno esplicitate alcune raccomandazioni di tipo generale che vanno intese come prestazioni minime del Sistema sicurezza.

Al fine di identificare nel modo più chiaro l'area dei lavori sarà necessario recintare i cantieri lungo tutto il loro perimetro. La recinzione impedisce l'accesso agli estranei e segnala in modo inequivocabile la zona dei lavori. Dovrà essere di aspetto decoroso, non in contrasto con il Regolamento Edilizio Comunale vigente, realizzata con materiali non trasparenti, robusti e duraturi, corredate da richiami di divieto e pericolo. Gli angoli sporgenti della recinzione o di altre strutture di cantiere dovranno essere dipinti per tutta la loro altezza a strisce bianche e rosse trasversali in modo da essere immediatamente visibili.

Sarà, a discrezione della Committente, possibile utilizzare le superfici della recinzione per l'affissione di pubblicità e/o di cartelli con rendering fotografici, specie in centro storico, per minimizzare l'impatto estetico.

Quando sia previsto, il passaggio o lo stazionamento di terzi in prossimità di zone di lavoro elevate di pertinenza al cantiere, si dovranno adottare misure per impedire che la caduta accidentale di oggetti e materiali costituisca pericolo. Recinzioni, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi dovranno essere mantenuti in buone condizioni e resi ben visibili.

Nelle ore notturne si dovrà provvedere a segnalare l'ingombro della recinzione e di tutte le parti sporgenti con luce rossa alimentata a bassa tensione.

Per potere realizzare il tracciato dei binari sarà necessario allestire diversi cantieri (almeno tre o quattro contemporanei ma non limitrofi), che interesseranno parti diverse della città. Il tracciato è posto quasi sempre centralmente alle arterie interessate nel primo tratto e lateralmente nel centro storico, pertanto, la recinzione del cantiere perimetrerà, ove non sia possibile includere una strabella



per la movimentazione dei mezzi, solo l'area strettamente necessaria ai lavori, per una larghezza prevista rispettivamente di circa 9 metri (tratti a doppia via) e di circa 5 metri (tratti a singola via) ed una lunghezza variabile (intorno ai 250 metri e non meno di 108 metri) per potersi adattare alle diverse esigenze di traffico, o di particolare conformazione dell'area, che di volta in volta dovessero presentarsi.

Si avrà cura di non interrompere mai completamente i più importanti nodi di traffico, organizzando le fasi lavorative in modo da consentire l'alternarsi del traffico sulle corsie. Per intralciare il meno possibile la circolazione parallela al cantiere, la posa in opera delle rotaie, che avverrà all'interno della recinzione, non sarà mai simultanea, ma si avrà cura di completare una linea per volta, comprese tutte le opere di finitura. Gli accessi ai cantieri saranno sempre ortogonali al tracciato, le aree di deposito, i baraccamenti e tutte le attrezzature necessarie allo svolgimento dei lavori saranno poste all'inizio di ogni perimetrazione.

Le operazioni di scavo dovranno essere eseguite con le opportune modalità in base alle caratteristiche meccaniche dei terreni, e qualora ci si trovasse in prossimità della recinzione andranno previste a protezione strutture di sostegno atte ad evitare distacchi di materiale e il conseguente innesco di fenomeni di cedimento e franamento.

Particolare cura dovrà essere prestata per puntellare le pareti laterali degli scavi, soprattutto nei tratti di maggiore profondità e garantire l'incolumità dei lavoratori in corso d'opera. Durante la fase di scavo il personale non direttamente interessato allo scavo dovrà sostare al di fuori del campo di azione delle macchine operatrici.

Deve sempre essere evitato il passaggio o lo stazionamento delle macchine al bordo dello scavo, né costituire dei depositi di materiale lungo il bordo dello scavo. L'operaio addetto a tale operazione dovrà posizionarsi al sicuro da rotolamenti di blocchi lungo il braccio dell'escavatore, in posizione tale da essere direttamente visibile dall'operatore del mezzo stesso.

Per tutto il periodo in cui dentro lo scavo si trovino dei lavoratori occorre che questi siano sempre assistiti da un caposquadra posizionato all'esterno dello scavo.

Ove possibile, e dove ciò non comporti problemi di stabilità al fronte di scavo, dovrà essere bagnato il materiale che con l'utilizzo dell'escavatore possa provocare polverosità eccessiva.

Di rilevante importanza risulta essere che lo scavo sia aperto solo per il tempo strettamente necessario.

L'attraversamento delle trincee per l'esecuzione dell'armamento dovrà essere realizzato mediante passerelle larghe almeno cm. 80, se destinate al passaggio pedonale.

Le passerelle destinate al trasporto del materiale dovranno avere larghezza almeno di cm. 150. Dette passerelle dovranno essere munite sui due lati di parapetto con fasce fermapiede. Il ciglio dello scavo dovrà essere adeguatamente protetto con tavola fermapiede. Tutto il personale dovrà essere munito dei mezzi di protezione individuale forniti dall'impresa custoditi e mantenuti in efficienza dal consegnatario.

Tutti i mezzi meccanici che opereranno lungo i cantieri mobili dovranno essere muniti di marmitta catalitica sullo scarico dei gas, nonché dotati di impianto di illuminazione e segnalazione acustica da



intermittenza, nel caso di retromarcia, oltre che di luce gialla a rotazione sulla cabina o tettuccio del mezzo.

Si eviterà l'apertura degli scavi quando le condizioni meteorologiche si presenteranno particolarmente sfavorevoli. È previsto, per poter eseguire correttamente l'armamento, lo svellimento della pavimentazione esistente, per la costruzione delle banchine di fermata, nonché la demolizione e la ricostruzione dei cordoli, delle protezioni della sede viaria e di marciapiedi antistanti i fabbricati, ivi compresi tutti gli elementi di arredo urbano.

Saranno altresì realizzati scavi di sbancamento a sezione per la realizzazione della sede tranviaria e per la posa di tubazioni cunicoli e cavidotti. Ove necessario, sarà predisposto lo spostamento di condotte di servizio, acquedotti, fognature, gas, linee elettriche e telefoniche. Per i suddetti lavori, oltre ad attenersi alle direttive date dagli Enti preposti, allo scopo di ridurre al minimo la sospensione del servizio erogato, saranno previsti i necessari accorgimenti per evitare ogni tipo di infortunio in corso d'opera.

Per l'esecuzione di tutte le attività operative da effettuarsi in presenza del traffico è obbligatorio procedere preventivamente alla parzializzazione del traffico secondo gli schemi segnaletici emanati dal Ministero dei LL.PP. con circolare n° 2900/84 o di altri schemi segnaletici comunque approvati da tale Ministero. Tutti gli operatori addetti alla realizzazione dei cantieri sulla sede stradale devono obbligatoriamente indossare idonei indumenti di lavoro che siano conformi a quanto prescritto dal Nuovo Codice della Strada e dal suo regolamento di attuazione (art. 37), nonché alle tipologie prospettate dal D.M. 9/6/95 - Disciplinare Tecnico sulle Prescrizioni relative ad indumenti e dispositivi autonomi per rendere visibile a distanza il personale impiegato su strada in condizioni di scarsa visibilità.

Infine, tutto il personale delle imprese, tutti coloro che operano in prossimità della delimitazione del cantiere o che comunque sono esposti al traffico dei veicoli nello svolgimento dell'attività lavorativa, devono essere visibili sia di giorno che di notte e dovranno, pertanto, indossare gli indumenti di lavoro, le bretelle fluorescenti e rifrangenti.

L'impresa sarà responsabile dell'operato del personale di sorveglianza, che per l'eventuale necessità dovrà comunicare con la Direzione Lavori.

---

## 6. SCORTE E RICAMBI

Compreso nell'appalto, alla riconsegna dell'opera al Committente, l'Appaltatore dovrà fornire un set minimo di scorte tecniche e di ricambi per la manutenzione e la sostituzione delle finiture edili e gli impianti realizzati, come, a scopo esemplificativo non esaustivo:

- Lastre per controsoffitti;
- Corpi illuminanti;
- Piastrelle per pavimenti e rivestimenti;
- Sensoristica e dispositivi antincendio;
- Arredi;