



COMUNE DI VICENZA

DIPARTIMENTO TUTELA E GESTIONE DEL TERRITORIO Settore Lavori Pubblici e Manutenzioni

MUSEI CIVICI DI VICENZA E CONSERVATORIA PUBBLICI MONUMENTI - DIRETTORE SCIENTIFICO: PROF. GIOVANNI C. F. VILLA

Vicenza - Museo Civico
già Palazzo Chiericati



PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE DEL MUSEO CIVICO - ALA OTTOCENTESCA - 2°lotto - **STRALCIO B**

Stralcio B
Spazi Espositivi

Stralcio A
Ufficio I.A.T.

Stralcio C
Uffici e Bar

Stralcio D
Ampliamenti Futuri

Progetto ESECUTIVO - Strutture

ALA '800

rev.1

Capitolato speciale di appalto - Norme Tecniche

PE_Str_R02

SCALA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

PROGETTO ARCHITETTONICO
Studio di Progettazione
Architetto **EMILIO ALBERTI**

Contra Porta Padova, 18 - 36100 - Vicenza (VI)
Tel/Fax: 0444/512723
e-mail: emial@tin.it

PROGETTO STRUTTURALE
SM Ingegneria s.r.l.
Prof. Ing. **SAANDIO MODENA**

Via G.A. Longhin, 23 - 35129 - Padova (PD)
Tel: 049/8070445 Fax: 049/7929724
e-mail: info@smingegneria.it

PROGETTO IMPIANTI
Studio FRINZI
Dott. Ing. **BRUNO FRINZI**

Via Pozza Maraschin, 60 - 36015 - Schio (VI)
Tel/Fax: 0445/520367
e-mail: studio@frinzi.com

DIRETTORE SETTORE
ing. **DIEGO GALIAZZO**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. **GIOVANNI FICHERA**

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTAMENTE PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 1 di 174

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1 PREMESSA	10
2 MATERIALI E FORNITURE	11
2.1 GENERALITÀ	11
2.2 CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	11
2.3 TOLLERANZE DIMENSIONALI	13
2.4 PROVE DEI MATERIALI	13
2.4.1 Certificato di qualità	13
2.4.2 Accertamenti preventivi	14
2.4.3 Prove di controllo in fase esecutiva	14
2.4.4 Prescrizioni particolari	15
2.5 MATERIALI NATURALI E DI CAVA	15
2.5.1 Acqua	15
2.5.1.1 Acqua per puliture	15
2.5.2 Sabbia	15
2.5.2.1 Sabbia per murature ed intonaci	16
2.5.2.2 Sabbie per conglomerati	16
2.5.3 Rinforzanti/Cariche inerti per resine	16
2.5.4 Ghiaia e pietrisco	16
2.5.4.1 Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi	17
2.5.4.2 Aggregati	17
2.5.5 Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri	18
2.5.6 Pietre naturali e marmi	19
2.5.6.1 Pietre da taglio	19
2.5.6.2 Lastre per tetti, per cornicioni e simili	20
2.6 CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI	20
2.6.1 Modalità di fornitura e conservazione	20
2.6.2 Calci Aeree	20
2.6.3 Leganti idraulici	21
2.6.4 Pozzolane	21
2.6.5 Gessi per l'edilizia	21
2.6.6 Leganti idraulici speciali	22
2.6.7 Leganti sintetici	22

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 2 di 174

2.6.7.1	Resine - Generalità	22
2.6.7.2	Resine epossidiche.....	23
2.6.7.3	Resine poliesteri e vinilesteri	24
2.6.7.4	Resine acriliche	25
2.7	LATERIZI	25
2.8	MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	26
2.8.1	Generalità	26
2.8.2	Materiali ferrosi	26
2.8.3	Ferro	26
2.8.3.1	Acciaio da carpenteria	27
2.8.3.2	Collegamenti bullonati	28
2.8.3.3	Collegamenti saldati	29
2.8.3.4	Acciai inossidabili.....	29
2.8.3.5	Acciai in barre ad aderenza migliorata B450 C (Feb 44k)	30
2.8.3.6	Reti in acciaio elettro-saldato.....	31
2.8.3.7	Ghisa	31
2.8.3.8	Metalli vari.....	31
2.8.4	Pioli tipo "Nelson" o similari.....	31
2.8.5	Lamiere grecate	32
2.8.6	Grigliato metallico zincato a caldo	32
2.9	LEGNAMI	32
2.9.1	Generalità	32
2.9.2	Legno massiccio	33
2.10	MATERIALI COMPOSITI	34
2.10.1	Materiali compositi FRP	34
2.10.1.1	Tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ad alta resistenza.....	36
2.10.1.2	Rete di armatura in fibra di vetro/aramide	37
2.10.1.3	Barre	37
2.10.2	Materiali compositi in Fibra di acciaio – SRG / SRP	37
2.10.2.1	Tessuti unidirezionali in trefoli di acciaio galvanizzato.....	38
2.11	ADDITIVI	39
2.11.1	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti	39
2.11.2	Additivi antigelo	40
2.12	CALCESTRUZZI	40
2.12.1	Componenti.....	40

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 3 di 174

2.12.1.1	Acqua di impasto	40
2.12.1.2	Cemento idraulico normale.....	40
2.12.1.3	Aggiunte.....	43
2.12.2	Calcestruzzi	44
2.12.2.1	Generalità per i calcestruzzi	44
2.12.2.2	Specifiche per calcestruzzi leggeri strutturali con argilla espansa.....	45
2.13	MALTE. QUALITÀ E COMPOSIZIONE	45
2.13.1	Generalità	45
2.13.2	Malte additive.....	46
2.13.2.1	Malte additive con agenti antiritiro e riduttori d'acqua.....	46
2.13.2.2	Malte espansive.....	47
2.13.2.3	Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche.....	48
2.13.2.4	Malte preconfezionate	48
2.13.2.5	Malta di calce per risarciture, ristilature, scuci-cuci, ristilature armate su murature esistenti	49
2.13.2.6	Malta di calce M5 di allettamento	50
2.13.2.7	Malta fluida di calce per iniezioni di consolidamento su murature esistenti.....	50
2.13.2.8	Malta bastarda M5/M10 di allettamento per nuove murature in laterizio	51
2.13.2.9	Malta reodinamica colabile a ritiro compensato (getti in spessore tra 1 e 5 cm).....	51
2.13.2.10	Betoncino reodinamico colabile a ritiro compensato (getti in spessore tra 6 e 15 cm).....	52
2.14	CONGLOMERATI A BASE DI CALCE	52
2.14.1	Conglomerato a base calce alleggerito con argilla espansa per riempimenti.....	53
2.15	CONGLOMERATI DI RESINA SINTETICA	53
2.16	CASSEFORME DA C.A.	54
2.16.1	Casserature normali.....	55
2.17	MATERIALE PER RINTERRI	56
3	NORME DI ESECUZIONE.....	57
3.1	GENERALITÀ	57
3.2	INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO/CONSOLIDAMENTO	57
3.2.1	Tracciamenti e verifiche dimensionali	58
3.2.2	Rilievi	59
3.2.2.1	Mappatura delle strutture lignee	59
3.2.3	Indagini Specialistiche	60
3.2.3.1	Carotaggi	60
3.2.3.2	Martinetti piatti	60
3.2.3.3	Analisi mineralogico-petrografiche.....	61

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 4 di 174

3.2.3.4	Caratterizzazione chimico fisica-mineralogica e analisi biologica	61
3.2.3.5	Indagini geognostiche.....	61
3.3	TRACCIAMENTI PER OPERE DI NUOVA REALIZZAZIONE	62
3.4	CONTROLLI E PROVE DI CARICO SULLE STRUTTURE REALIZZATE	62
3.5	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI	63
3.6	SCAVI E MOVIMENTI TERRA	63
3.6.1	Lavorazioni preliminari.....	63
3.6.2	Norme generali	64
3.6.3	Scavi di splateamento e sbancamento	66
3.6.4	Scavi a sezione obbligata	68
3.6.5	Scavi archeologici o con assistenza archeologica.....	69
3.6.6	Scavi di fondazione.....	72
3.6.7	Scavi di accertamento e ricognizione	73
3.6.8	Armature degli scavi – opere di sbadacchiamento	73
3.6.9	Rilevati e rinterri.....	74
3.7	DEMOLIZIONI; RIMOZIONI; DISGAGGI	75
3.7.1	Generalità	75
3.7.2	Demolizione di strutture murarie di fondazione.....	79
3.7.3	Demolizione di strutture murarie	79
3.7.3.1	Demolizione di strutture portanti e/o collaboranti.....	80
3.7.3.2	Demolizione di tramezzature	80
3.7.4	Smontaggio di strutture orizzontali.....	80
3.7.4.1	Demolizione di solai piani	81
3.7.4.2	Smontaggio di strutture in aggetto.....	81
3.7.4.3	Smontaggio di strutture voltate	81
3.7.4.4	Smontaggio di collegamenti verticali	82
3.7.4.5	Smontaggio di manti e strutture di copertura.....	82
3.7.5	Apertura di forometrie	83
3.8	FONDAZIONI	84
3.8.1	Lavori preliminari.....	84
3.8.2	Consolidamento mediante sottofondazioni	84
3.8.2.1	Generalità	84
3.8.2.2	Sottofondazioni in muratura di mattoni	85
3.8.2.3	Sottofondazioni con solette di calcestruzzo.....	85
3.8.2.4	Sottofondazioni con cordoli o travi in cemento armato	85

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 5 di 174

3.8.3	<i>Micropali</i>	86
3.8.3.1	Preparazione del piano di lavoro	86
3.8.3.2	Definizione, classificazione e campi di applicazione	86
3.8.3.3	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche	86
3.8.3.4	Tolleranze geometriche	87
3.8.3.5	Tracciamento	87
3.8.3.6	Perforazione	87
3.8.3.7	Confezione e posa delle armature	88
3.8.3.8	Formazione del fusto del micropalo.....	88
3.8.3.9	Riempimento a gravità	89
3.8.3.10	Riempimento a bassa pressione	89
3.8.3.11	Iniezione ripetuta ad alta pressione.....	89
3.8.3.12	Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali	90
3.8.3.13	Controlli.....	91
3.8.3.14	Documentazione dei lavori	91
3.8.4	<i>Prove di controllo sui pali</i>	92
3.8.4.1	Prove di carico	92
3.8.4.2	Controlli non distruttivi	93
3.9	MURATURE E STRUTTURE VERTICALI – LAVORI DI COSTRUZIONE	94
3.9.1	<i>Murature in genere</i>	94
3.9.2	<i>Murature di mattoni</i>	96
3.9.3	<i>Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati</i>	96
3.9.4	<i>Murature miste</i>	97
3.10	CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE	97
3.10.1	<i>Generalità</i>	97
3.10.2	<i>Risarciture</i>	97
3.10.3	<i>Scuci e cucì</i>	98
3.10.4	<i>Sostituzione di singoli mattoni</i>	98
3.10.5	<i>Fissaggio di elementi decoesi e/o in fase di distacco</i>	99
3.10.6	<i>Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti</i>	100
3.10.7	<i>Ristilatura dei giunti di malta</i>	102
3.10.8	<i>Ristilature armate (Repointing)</i>	102
3.10.9	<i>Consolidamento mediante paretine di contenimento armate con rete elettrosaldata in acciaio inox</i>	103
3.10.10	<i>Consolidamento mediante paretine di contenimento in intonaco armato con rete in fibra di vetro</i>	104
3.10.11	<i>Consolidamento mediante armatura in rete di fibra di vetro/aramide</i>	105
3.10.12	<i>Carotaggi per l'inserimento di tiranti metallici</i>	106

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 6 di 174

3.10.13	Consolidamento mediante tiranti metallici	106
3.11	CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA (LATERIZIO E PIETRA).....	107
3.11.1	Generalità	107
3.11.2	Esecuzione di rinfianchi e riempimenti con conglomerato a base calce alleggerito con argilla espansa	109
3.11.3	Consolidamento mediante posa in opera di "frenelli".....	109
3.11.4	Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni.....	110
3.11.5	Rinforzo di volte e murature con SRG/SRP	110
3.12	OPERE DA CARPENTIERE	111
3.12.1	Generalità	111
3.13	RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE LIGNEE.....	112
3.13.1	Generalità	112
3.13.2	Sostituzione di travi in legno	113
3.13.3	Sostituzione del tavolato esistente.....	113
3.13.4	Collegamento delle travi alle murature perimetrali.....	114
3.13.5	Ripristino di struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata	114
3.13.6	Ripristino e consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici	115
3.13.7	Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso.....	115
3.13.8	Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'intradosso.....	116
3.13.9	Consolidamento di travi mediante accoppiamento di tavoloni.....	116
3.13.10	Rigenerazione di testate di travi e nodi di incavallature.....	117
3.13.11	Ricostruzione mediante protesi in legno	117
3.13.12	Protesi con legno lamellare "artigianale".....	117
3.13.13	Protesi con guance	118
3.13.14	Protesi con incalmi e lame in acciaio	118
3.13.15	Ricostruzione mediante betoncino epossidico ed elementi di rinforzo	119
3.13.16	Consolidamento di travi mediante cerchiature.....	120
3.13.17	Trattamento di disinfestazione del legno	120
3.14	RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DELLE COPERTURE LIGNEE.....	123
3.14.1	Generalità	123
3.14.2	Collegamento tra le strutture della copertura e la muratura.....	123
3.14.3	Collegamento alla muratura mediante piatti/elementi metallici.....	124
3.14.4	Collegamento mediante cerchiatura dell'edificio in sommità	125
3.14.4.1	Cordolo in muratura armata.....	125
3.14.5	Connessione di elementi lignei mediante staffe e/o piastre metalliche.....	125
3.14.6	Irrigidimento e controventatura delle falde di copertura.....	126

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 7 di 174

3.14.6.1	Irrigidimento e controventatura mediante tavolato ligneo	126
3.14.6.2	Irrigidimento e controventamento mediante croci di Sant'Andrea o nastri forati avvitati all'estradosso del tavolato	126
3.15	RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DEI SOLAI LIGNEI	127
3.15.1	Consolidamento di impalcati lignei con inserimento di profili in acciaio	127
3.15.2	Consolidamento di impalcati lignei con pioli e soletta collaborante	128
3.16	STRUTTURE IN ACCIAIO	129
3.16.1	Generalità	129
3.16.2	Elementi strutturali in acciaio	131
3.16.2.1	Montaggio	133
3.16.2.2	Tolleranze dimensionali per elementi in carpenteria metallica	134
3.16.3	Unioni saldate	134
3.16.3.1	Qualifica per esecuzione strutture saldate	134
3.16.3.2	Materiali base	135
3.16.3.3	Elettrodi	135
3.16.3.4	Tecniche di esecuzione	135
3.16.3.5	Giunti testa a testa non evidenziati nel progetto	137
3.16.3.6	Prove sulle saldature	137
3.16.3.7	Accettabilità dei difetti	137
3.16.4	Unioni per contatto	138
3.16.5	Tiranti	138
3.16.6	Verniciature	139
3.16.7	Zincatura	139
3.16.8	Trattamento protettivo con zincante a freddo	140
3.16.8.1	Indicazioni di impiego	140
3.16.8.2	Preparazione del supporto	140
3.16.8.3	Indicazioni per l'applicazione	140
3.16.9	Apparecchi d'appoggio	141
3.17	CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN FERRO	141
3.17.1	Generalità	141
3.17.2	Smontaggio e Rimontaggio di manufatti metallici antichi	142
3.17.2.1	Smontaggio	142
3.17.2.2	Rimontaggio di manufatti esistenti	144
3.18	CONGLOMERATI CEMENTIZI O A BASE DI CALCE SEMPLICI E ARMATI	144
3.18.1	Generalità	144

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 8 di 174

3.18.2	Controlli sul conglomerato	146
3.18.2.1	Valutazione preliminare della resistenza	146
3.18.2.2	Comunicazione preventiva alla fornitura / produzione in cantiere di calcestruzzo	146
3.18.2.3	Controlli di accettazione.....	146
3.18.2.4	Controllo in opera della resistenza del calcestruzzo.....	147
3.18.2.5	Consistenza del calcestruzzo	148
3.18.2.6	Contenuto d'aria	148
3.18.2.7	Bleeding.....	148
3.18.2.8	Altre prove	148
3.18.3	Confezione dell'impasto.....	149
3.18.4	Trasporto.....	150
3.18.5	Posa in opera.....	150
3.18.6	Casseforme ed armature di sostegno per i getti.....	152
3.18.7	Vibrazione del calcestruzzo	153
3.18.8	Stagionatura e disarmo.....	153
3.18.8.1	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	153
3.18.8.2	Disarmo e scasseratura.....	154
3.18.8.3	Protezione dopo la scasseratura	154
3.18.9	Tolleranza di posizionamento e dimensionali	155
3.18.10	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari.....	155
3.18.11	Profilati in PVC (water-stop) per giunti strutturali e/o di costruzione e/o di dilatazione, a tenuta idraulica	156
3.18.12	Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione	157
3.18.13	Conglomerato a base di calce armato con barre/reti in acciaio inox	158
3.19	ACCIAIO DA C.A.	159
3.19.1	Generalità	159
3.19.2	Controlli per acciaio da c.a.....	159
3.19.2.1	Controllo della documentazione	159
3.19.2.2	Controllo di accettazione	160
3.19.3	Deposito e conservazione in cantiere armatura per c.a.....	161
3.19.4	Posa in opera armatura per c.a.	161
3.20	PLACCAGGI CON MATERIALI COMPOSITI	162
3.20.1	Generalità	162
3.20.2	Controlli di accettazione in cantiere	162
3.20.3	Specifiche per placcaggio con tessuti unidirezionale in fibra di acciaio.....	165
4	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	167

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 9 di 174

4.1	NORME GENERALI.....	167
4.2	LAVORI A MISURA.....	167
4.3	LAVORI A CORPO	168
4.4	LAVORI IN ECONOMIA.....	168
4.5	NOLEGGI.....	168
4.6	SCAVI E RINTERRI.....	169
4.6.1	Scavi di sbancamento.....	170
4.6.2	Scavo di fondazione.....	170
4.6.3	Rinterri	171
4.7	DEMOLIZIONI.....	171
4.8	MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	171
4.8.1	Murature in genere (non in calcestruzzo gettato in opera)	171
4.8.2	Conglomerati cementizi	172
4.8.3	Acciaio per c.a.	173
4.8.4	Casseforme e armature di sostegno per i getti.....	173
4.9	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....	174

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 10 di 174

1 PREMESSA

Le prescrizioni contenute nel presente documento devono essere applicate secondo quanto prescritto. Ogni mancata o non corretta applicazione di prescrizioni contenute in questo documento è considerata una non conformità di esecuzione delle opere.

Il progetto può prevedere l'impiego di componenti e prodotti di costruttori specializzati, contrassegnati nei documenti di progetto con l'indicazione "tipo" seguita da marca e modello.

In ogni caso l'indicazione di specifici modelli è da ritenersi inserita a scopo esemplificativo, risultando in realtà vincolanti tutte le specifiche tecniche, i requisiti funzionali e le prestazioni richieste che compaiono in tutti gli elaborati di progetto aventi valore contrattuale.

La posa in opera di questi elementi sarà eseguita in accordo con le specifiche e le raccomandazioni indicate dal costruttore specializzato; l'Appaltatore fornirà copia di tali specifiche alla Direzione Lavori prima della posa, per gli opportuni riscontri.

È facoltà dell'Appaltatore utilizzare componenti e prodotti diversi da quelli specificati, purché di natura equivalente e non minore qualità; l'impiego di tali prodotti è subordinato all'approvazione scritta della Direzione Lavori.

L'Appaltatore si obbliga a fornire tutti gli elementi che la Direzione Lavori riterrà necessari per la valutazione tecnica di idoneità del prodotto, in particolare:

- specifiche tecniche;
- certificati di prova presso Laboratori Ufficiali;
- campioni del prodotto;
- campioni di lavorazione o applicazione da eseguirsi in luogo.

Nel caso in cui gli atti e i documenti di progetto presentino elementi di discordanza tra loro, prevarrà la versione più favorevole alla Stazione Appaltante, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 11 di 174

2 MATERIALI E FORNITURE

2.1 GENERALITÀ

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del vigente Capitolato Generale dei Lavori Pubblici; i materiali e le forniture in genere dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di progetto, di Capitolato o di contratto oltretutto a tutte le norme cui sono assoggettati, siano esse richiamate o meno negli stessi documenti.

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

I materiali occorrenti per la realizzazione dei lavori di restauro e consolidamento dovranno essere compatibili con i materiali preesistenti in modo da non interferire negativamente con le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche dei manufatti da risanare. A tale scopo, potrà essere facoltà del Direttore dei Lavori e della competente Soprintendenza fare richiesta dell'esecuzione preliminare di indagini e/o analisi di laboratorio volte alla caratterizzazione dei materiali esistenti.

A meno che non sia appositamente indicato nelle voci di Elenco Prezzi, l'Impresa potrà approvvigionare i materiali e le forniture ovunque lo ritenga opportuno, purché nel rispetto delle normative e dei vincoli di contratto e fatta salva l'approvazione della Direzione Lavori, alla quale vanno preventivamente consegnati i certificati comprovanti la rispondenza dei materiali approvvigionati ai requisiti richiesti.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle schede tecniche indicate dal fornitore dei materiali/opere. In caso di difformità tra indicazioni delle schede tecniche e le prescrizioni di progetto l'Impresa dovrà tempestivamente avvisare la D.L. al fine di consentire la valutazione del tipo di intervento più idoneo.

Le difficoltà che si dovessero presentare all'Impresa per l'approvvigionamento di materiali aventi i requisiti minimi da contratto sono sempre e comunque da ritenersi compensate dai prezzi offerti dall'Impresa per ogni materiale.

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

Sempre restando valido, in generale, quanto sopra stabilito, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere, in particolare, ai requisiti fissati ai successivi paragrafi.

2.2 CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Prima dell'inizio dei lavori e in ogni caso almeno 15 giorni prima della messa in opera dei materiali approvvigionati, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori tutti gli elementi necessari all'identificazione del tipo di prodotto e delle sue proprietà; in particolare l'Impresa dovrà essere in grado di consegnare tutti i certificati relativi alle prove richieste dalle normative vigenti, prescritte nei documenti contrattuali o comunque richieste dalla Direzione Lavori, fatto salvo il diritto della stessa di procedere in ogni momento al prelievo di campioni, nel numero e modalità volute, da sottoporre a ulteriori prove.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 12 di 174

Tutte le prove sui materiali dovranno essere effettuate presso i laboratori dichiarati ufficiali ai sensi dell'Art. 20 della legge n°1086 del 5/11/1971 e della Circ. Min. LL.PP. n° 1603 del 20/7/89 e, per materiali non previsti nelle citate norme, in Laboratori ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

L'impresa dovrà curare l'esecuzione di tutte le indagini e i controlli di accettazione previsti dalle norme tecniche vigenti (NTC 2008 e successive integrazioni).

Tutte le spese per il prelievo, l'invio dei campioni ai citati Laboratori e la realizzazione delle prove saranno a carico dell'Impresa.

Gli addetti al Laboratorio come quelli della Direzione Lavori, dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere, a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Le prove sopradette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, con prelievo ed invio sempre a spese dell'Impresa.

Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e del Responsabile del Cantiere per conto dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.

Per alcune forniture e/o materiali sarà possibile, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verificare la rispondenza dei prodotti alle prescrizioni di progetto tramite la presentazione di schede tecniche ovvero di certificati riferiti a prove eseguite presso lo stabilimento del produttore.

La decisione della Direzione Lavori di omettere, in tutto o in parte, le prove su alcuni materiali, non esime in alcun modo l'Impresa dal fornire materiali pienamente rispondenti ai requisiti richiesti.

Sui manufatti di valore storico-artistico, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati di progetto, sarà inoltre cura dell'Appaltatore:

- determinare lo stato di conservazione dei manufatti da restaurare;
- individuare l'insieme delle condizioni ambientali e climatiche cui è esposto il manufatto;
- individuare le cause e i meccanismi di alterazione;
- controllare l'efficacia e l'innocuità dei metodi d'intervento mediante analisi di laboratorio da effettuare secondo i dettami delle "raccomandazioni NORMAL" pubblicate dalle commissioni istituite e recepite dal Ministero per i Beni Culturali col decreto n. 2093 del 11-1 1-82. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del C.N.R., verrà effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

Sarà cura dell'Impresa verificare la costanza dei requisiti dei materiali approvvigionati, e comunicare tempestivamente alla Direzione Lavori ogni variazione di fornitore e/o di prodotto. L'esito favorevole delle prove e/o l'accettazione del materiale da parte della Direzione Lavori non esonera in alcun modo l'Impresa da ogni responsabilità qualora i materiali messi in opera non raggiungessero i requisiti richiesti; in tal caso, e fino a collaudo definitivo, è ancora diritto della Direzione Lavori di rifiutare i materiali, anche già posti in opera, che

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 13 di 174

non rispondessero ai requisiti minimi contrattuali. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Impresa.

Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la D.L. stessa a totale spesa dell'Impresa, a carico della quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non rispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'Art. 23 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero dei lavori Pubblici.

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

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

I materiali potranno essere posti in opera solamente dopo essere stati accettati dalla Direzione dei Lavori.

2.3 TOLLERANZE DIMENSIONALI

Le tolleranze di tutti gli elementi costruttivi costituenti le opere oggetto dell'Appalto dovranno in generale rispettare quanto prescritto nella norma UNI 10462:1995 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione. che "... definisce le differenti forme di tolleranza applicabili quando si tratta di presentare la qualità geometrico- dimensionale propria e di elementi ed opere, nonché quando si tratti di specificare i livelli di accuratezza geometrico-dimensionale per la realizzazione dei componenti e delle opere in genere. In particolare la progettazione definisce le specificazioni riguardanti operazioni di fabbricazione degli elementi, di tracciamento in cantiere e di montaggio. Si applica agli elementi edilizi sia prefabbricati in situ, e conseguentemente a tutte le opere e a tutti gli spazi che si configurano nelle costruzioni ...".

L'Appaltatore è inoltre tenuto a informarsi sempre, prima dell'inizio dei lavori, delle tolleranze richieste dai costruttori o dai fornitori per gli elementi non strutturali quali serramenti e rivestimenti ed altre opere di finitura. Per le tolleranze dimensionali dei differenti tipi di elementi strutturali si rimanda ai relativi paragrafi.

2.4 PROVE DEI MATERIALI

2.4.1 Certificato di qualità

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, terre, cementi, acciai, ecc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche,

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 14 di 174

dovrà esibire, prima dell'impiego, alla Direzione dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalle norme vigenti.

Si rammenta in via generale, anche in assenza di specifica richiesta ai paragrafi successivi, la necessità di accompagnare i prodotti da costruzione, ove previsto, con la Dichiarazione di Prestazione (DoP), secondo quanto previsto ai sensi del **Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011)**, con etichettatura di marcatura CE rispondente ai contenuti dell'art.8 e 9 del CPR stesso.

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.

Qualora, in funzione del particolare valore architettonico e storico del manufatto, per le operazioni di restauro sia necessario utilizzare materiali e metodi tradizionali (es. mattoni e legname antico e di recupero) potranno essere applicate le deroghe previste dal regolamento UE (art. 5 del Regolamento UE n° 305/2011 e successive modifiche ed integrazioni). In tale caso, in accordo con la D.L. ed il collaudatore, dovranno comunque essere previste specifiche prove ed indagini integrative atte a garantire l'idoneità dei materiali e delle tecniche impiegate.

2.4.2 Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori la Direzione dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti e all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nello specifico articolo delle Norme Generali.

2.4.3 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento, di formazione e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite a spese dell'Appaltatore. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in appositi locali, indicati dalla Direzione

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 15 di 174

dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme della Direzione dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.4.4 Prescrizioni particolari

Altre prescrizioni particolari relative alle operazioni di cui ai precedenti paragrafi sono contenute negli articoli che seguono, riferite specificatamente alle singole categorie di lavoro.

Tutte le prove sui materiali e sulle strutture realizzate utili all'accettazione dei materiali ed al collaudo delle opere compiute saranno eseguite a spese dell'Appaltatore.

2.5 MATERIALI NATURALI E DI CAVA

2.5.1 Acqua

Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà anche avere un PH neutro ed una torbidezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di aggressivi chimici e di inquinamenti organici o inorganici.

Tutte le acque naturali limpide (ad esclusione della sola acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili, poiché contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.

Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.

2.5.1.1 Acqua per puliture

Dovranno essere utilizzate acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. Per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non rende le acque sterili: nel caso in cui sia richiesta sterilità, si potranno ottenere acque di quel tipo operando preferibilmente per via fisica.

2.5.2 Sabbia

La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma anche possedere una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con alte resistenze meccaniche. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata onde eliminare qualsiasi sostanza nociva.

Per applicazioni a vista l'origine, la granulometria e le caratteristiche cromatiche degli inerti dovranno essere concordati con la D.L. ed eventualmente con la Soprintendenza.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 16 di 174

2.5.2.1 Sabbia per murature ed intonaci

Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm 2 per murature in genere e dal diametro di mm 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332).

2.5.2.2 Sabbie per conglomerati

Dovranno corrispondere a requisiti delle UNI EN 12620 e UNI EN 13043. I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0, 1 e 5 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (UNI 85230). Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

2.5.3 Rinforzanti/Cariche inerti per resine

Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0, 10-0,30 mm per un 25%, di 0, 50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

Le polveri (silice ventilata - silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto, e fiocchi di nylon. In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

2.5.4 Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie, prodotte dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciottoli o blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:

- buona resistenza alla compressione;
- bassa porosità in modo che sia assicurato un basso coefficiente di imbibizione;
- assenza dei composti idrosolubili (es. gesso);
- assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico in quanto tali materiali impediscono agli impasti di calce e cemento di aderire alla superficie degli aggregati inerti.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'Appaltatore approvvigionare e mettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI 2334.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 17 di 174

2.5.4.1 Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi

La dimensione dei granuli degli aggregati dovrà essere prescritta dalla D.L. in base alla destinazione d'uso e alle modalità d'applicazione. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M. 27.07.1985, All. 1, punto 2 e dalla norma UNI 7466-1-2-3/75. Per i materiali necessariamente forniti con marcatura CE dovranno essere rispettate le norme armonizzate UNI EN 12620.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro, tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Prima di ogni getto dovrà essere verificata la compatibilità delle indicazioni generali di progetto alla specifiche esigenze di cantiere, in particolare ove le armature risultino particolarmente fitte o la dimensione del getto particolarmente contenuta.

2.5.4.2 Aggregati

Gli inerti utilizzati per il confezionamento di calcestruzzi, malte, betoncini, devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 11.2.9.2 del DM 14/01/2008 ed alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 nonché, per la sua applicazione in Italia, alle relative norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2.

In particolare gli inerti devono avere la marcatura CE corrispondente al sistema di attestazione della conformità 2+.

L'aggregato dovrà essere designato secondo quanto previsto dalla norma UNI 8520-1:2005 e dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori per l'approvazione dell'inerte la documentazione attestante le proprietà riportate nelle norme sopraccitate.

Devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di silice reattiva verso gli alcali di cemento, di solfati solubili, pirite, pirrotite, di parti polverulente o di ogni altra sostanza che possa compromettere l'indurimento e la resistenza del calcestruzzo o la conservazione delle armature.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/mc. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 18 di 174

aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 kg/mc. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/mc.

Fatte salve ulteriori richieste della Direzione dei Lavori, gli inerti impiegati dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- resistenza alla frammentazione / frantumazione alla prova Los Angeles: LA30 (punto 5 EN 1097-2);
- resistenza al gelo: categoria \leq F2 (UNI EN 1367-1);
- disgregazione in solfato di magnesio: categoria \leq MS25 (UNI EN 1367-2);
- presenza di gesso e solfati solubili (UNI EN 1744-1) \leq 0,2 (AS0,2);
- equivalente in sabbia $SE \geq 80$, valore di $MB < 1,2$ g/kg per i fini (UNI EN 933-9);
- presenza di solfuri ossidabili (pirite e pirrotite, ecc) (UNI EN 1744-1): contenuto nullo;
- contenuto di cloruri solubili in acqua: $< 0,03\%$ (UNI EN 1744-1 punto 7);
- contenuto totale di zolfo: $\leq 0,1\%$ (UNI EN 1744-1 punto 11);
- minerali potenzialmente reattivi agli alcali: espansione a 6 mesi $< 0,1\%$ (UNI 8520-22);
- contenuto di contaminanti leggeri: aggregati fini $\leq 0,5\%$ e aggregati grossi $\leq 0,1\%$ (UNI EN 1744-1 punto 14.2.2);
- massa volumetrica media del granulo: $MV > 2300$ kg/m³ (UNI EN 1097-6);
- assorbimento acqua aggregato grosso: ≤ 1 (UNI EN 1097-6);
- costituenti che alterano la presa e l'indurimento del calcestruzzo: il contenuto di tali materiali deve soddisfare i requisiti del punto 6.4.1. della UNI EN 12620;
- contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12): $< 0,2\%$ sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2).

Non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

Non sono ammessi aggregati provenienti da riciclo e/o lavorazioni industriali.

Non sono accettati aggregati contenenti specie reattive (punto 4.3 UNI 8529-2).

2.5.5 Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri

Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto, essere asciutti ed esenti da alterazioni, polveri, sostanze organiche e materiali estranei (UNI 7549/1-12/76). Se utilizzati per miscele strutturali dovranno possedere la resistenza meccanica indicata negli elaborati di progetto e comunque non inferiore ai 15 N/mm².

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 19 di 174

Non dovranno essere attaccabili da acidi e dovranno conservare le loro qualità in un largo intervallo di temperatura. In genere le argille espanse dovranno essere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà comunque possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

2.5.6 Pietre naturali e marmi

Le pietre naturali da impiegare per la muratura o per qualsiasi altro lavoro dovranno essere di grana compatta ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, venature ed inclusioni di sostanze estranee; inoltre, dovranno avere dimensioni adatte al particolare tipo di impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere sottoposte e possedere un'efficace capacità di adesione alle malte.

Il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai superare il 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente. I materiali dovranno riportare la marcatura CE e rispettare le vigenti norme UNI specifiche per ciascun settore di impiego. Es: UNI EN 1341 per lastre in pietra naturale per pavimentazioni esterne, UNI EN 1342 per cubetti in pietra naturale per pavimentazioni esterne, UNI EN 1467 per blocchi grezzi, UNI EN 1468 per lastre grezze.

Salvo diverse indicazioni specificamente espresse, si intendono compensate tutte le lavorazioni superficiali (fiammatura, sabbiatura, bocciardatura, burrattatura, graffiatura ecc.) che verranno concordate in corso d'opera con la D.L. ed eventualmente con la Soprintendenza sulla base di campionature.

Nelle applicazioni di restauro in genere verrà prevista l'antichizzazione delle lastre ottenuta mediante spazzolatura (al fine di riprodurre l'effetto di usura nel tempo accentuando le venature del materiale) escludendo i trattamenti effettuati con acidi. Il grado di trattamento da raggiungere dovrà essere concordato con la D.L., che a tale scopo potrà fare richiesta di prove e campionature preliminari.

Le lastre per integrazioni e/o tasselli in interventi di restauro/risanamento dovranno essere dello stesso tipo di quelle esistenti, preferibilmente di recupero, in particolare dovranno avere caratteristiche rispondenti a quelle specificate dalla Soprintendenza e dalla D.L., quali ad esempio colore, venatura, spessore, dimensioni, finitura dei bordi, finitura superficiale, finitura dei giunti.

2.5.6.1 Pietre da taglio

Oltre a possedere i requisiti delle pietre naturali, dovranno essere sonore alla percussione, prive di fenditure e litoclasie e possedere una perfetta lavorabilità.

Sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce.

Inoltre dovranno avere idonea resistenza a compressione, resistenza a flessione, tenacità (resistenza agli urti), capacità di resistenza agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, lavorabilità (attitudine ad essere trasformate in blocchi squadrati, in lastre, colonne, capitelli, comici) e lucidabilità (nel caso di elementi "a vista").

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 20 di 174

L'impresa dovrà verificare che gli elementi vengano lavorati e posati in opera in modo tale che i piani di venatura vengano orientati secondo le corrette giaciture in funzione delle singole applicazioni.

Quand'anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i 5 mm.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedano i 3 mm.

Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

2.5.6.2 Lastre per tetti, per cornicioni e simili

Saranno preferibilmente costituite da rocce impermeabili (poco porose), durevoli ed inattaccabili al gelo, che si possano facilmente trasformare in lastre sottili (scisti, lavagne). Il materiale dovrà presentare marcatura.

2.6 CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI

2.6.1 Modalità di fornitura e conservazione.

L'approvvigionamento dei leganti potrà essere effettuato sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di legante dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname approntati a cura dell'Appaltatore.

Tutti i cementi/leganti che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati verranno rifiutati ed allontanati.

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori, dovranno pertanto essere conformi al DM 14 gennaio 2008, norme tecniche per le costruzioni, ed alla UNI EN 998-2, UNI EN 1015-11:2007.

2.6.2 Calci Aeree

Le calce, ottenute dalla cottura di calcare, dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. 18.04.1940) che prende in considerazione i tipi di calce indicati di seguito, e dalle UNI EN 459-1, UNI EN 459 -2 , UNI EN 459 - 3:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 21 di 174

– calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue: in fiore di calce quando il contenuto minimo degli idrossidi di calcio Magnesio non S inferiore al 91%; calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non S inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%.

Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0,18 mm e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce ed il 2% nella calce idrata da costruzione; se, invece, si utilizza un setaccio da 0,09 mm la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione. Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

2.6.3 Leganti idraulici

I cementi e le calce idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dal DM 14 gennaio 2008; invece, le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal decreto precedentemente citato e dalla UNI EN 1015-11: 2007.

Nelle applicazioni di restauro/consolidamento di strutture esistenti, salvo diversa indicazione della D.L., dovranno essere utilizzate esclusivamente calce idrauliche naturali classificate come NHL secondo UNI EN 459-1:2010 con resistenza non inferiore a M2.5 (secondo UNI EN 998-2 – 2004).

Nelle applicazioni strutturali, salvo diversa indicazione degli elaborati progettuali, la resistenza non dovrà essere inferiore a M5 (secondo UNI EN 998-2 – 2004) ovvero dovrà essere previsto l'utilizzo di calce NHL5.

Solo su autorizzazione della D.L. potranno essere utilizzate calce idrauliche naturali con materiali aggiunti (FL secondo UNI EN 459-1:2010) o altre calce purché venga garantita l'assenza di sali solubili e la compatibilità chimico fisica con i materiali esistenti.

2.6.4 Pozzolane

Per quanto concerne le norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico si farà riferimento al R.D. 16.11.1939, n. 2230 sue successive integrazioni e modifiche e a tutte le norme UNI applicabili vigenti.

2.6.5 Gessi per l'edilizia

I gessi per l'edilizia, distinti in base alla loro destinazione (per muri, intonaci, pavimenti, ecc.) in base alla UNI 6782, avranno le caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza) e chimiche (tenore solfato di calcio, contenuto d'impurità) fissate dalla norma UNI 8377. Non dovranno inoltre essere impiegati, salvo espressa indicazione contraria, a contatto di leghe di ferro.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 22 di 174

2.6.6 Leganti idraulici speciali

Cementi a presa rapida - Dovranno rispondere alle sopraindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dell'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e gli sfridi, a presa avvenuta, essere portati a rifiuto.

Cementi privi di ritiro - Costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (UNI 6555- 73);
- consistenza (slump) generalmente compresa fra i valori di 14-20 cm.;
 - assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
 - buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123/72);
 - ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
 - resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556) Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto.

L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

2.6.7 Leganti sintetici

2.6.7.1 Resine - Generalità

L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Trovandosi in presenza di manufatto di particolare valore storico-artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.

Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base all'uso saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 23 di 174

– limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Ove necessario per garantire un'ottimale esecuzione dell'incollaggio (es. inghisaggi in fori inclinati verso l'alto e/o in materiale fratturato ecc.) le resine dovranno essere caratterizzate da una tixotropia elevata. La viscosità della resina dovrà essere inoltre adeguata al tipo di applicazione.

In tutti gli incollaggi, particolare cura dovrà essere adottata per una adeguata preparazione del supporto che dovrà essere liberato delle parti decoese, perfettamente pulito ed preliminarmente trattato con primer al fine di assicurare una ottimale adesione. In particolare l'incollaggio dovrà assicurare un'adesione al supporto superiore alla resistenza a trazione del materiale base (nelle prove di adesione la superficie di frattura dovrà risultare generalmente all'interno dell'aderendo, "frattura coesiva").

In generale le resine utilizzate negli inghisaggi e negli incollaggi dovranno essere idonee ad ancoraggi soggetti a sollecitazioni dinamiche.

Tutte le resine utilizzate dovranno possedere marcatura CE ed essere accompagnate da schede tecniche che ne certifichino le caratteristiche fisico-meccaniche sulla base di prove di laboratorio.

2.6.7.2 Resine epossidiche

Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epichloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (UNI 7097-72). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

I prodotti utilizzati non dovranno presentare nessun ritiro in fase di polimerizzazione.

In genere in presenza di fori lisci (es. fori carotati), per assicurare una corretta adesione, salvo diversa indicazione della D.L. dovranno essere utilizzati opportuni formulati epossidici.

Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20°C) sono le seguenti:

Formulati epossidici ad iniezione per ancoraggi ed inghisaggi:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 40	MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 100	Mpa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 18	MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	1,21	%	dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	3,60	Gpa	dopo 24 ore
densità	1,50	g/cm ³	

Formulati epossidici fluidi per colata:

densità	1,40	g/cm ³
---------	------	-------------------

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 24 di 174

resistenza a compressione (DIN EN ISO 604)	≥ 90	MPa
resistenza a flessione (UNI 7219)	≥ 47	MPa
resistenza a trazione (UNI 5819)	≥ 19	MPa
modulo elastico a trazione (UNI 5819)	5808	MPa
adesione Fe/Fe (ASTM D 1002)	≥ 7	MPa
adesione al cls (UNI 8298)	≥ 4,9	MPa
vita utile (gel time) (ASTM C 881)	1 h 30 min	
ritiro lineare (ASTM D2566)	0,0012	cm/cm

La resina dovrà avere la marcatura CE.

In ogni caso la resina deve presentare buona resistenza all'umidità ed all'acqua ed ai cicli termici compresi tra -20 °C e +40 °C, mantenere le capacità fisico-meccaniche fino alla temperatura di 120 °C ed essere completamente compatibile con i materiali sui quali ne è previsto l'utilizzo.

In caso di impiego di resina epossidica per l'ancoraggio chimico di barre di armatura, bulloni, barre filettate, questo dovrà comunque garantire un'ottima resistenza ai carichi sia statici che dinamici ed un buon comportamento a fatica.

Per la posa in opera si dovrà fare riferimento a quanto previsto nella scheda tecnica del prodotto scelto dall'Appaltatore, che comunque dovrà essere sottoposto all'approvazione dal parte della Direzione dei Lavori. Potranno in generale essere utilizzate resine tipo Fischer FIS EM (da iniezione) e ECM-X (colabile) oppure Hilti HIT-RE500-V3 o equivalenti.

2.6.7.3 Resine poliesteri e vinilesteri

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.

Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.

Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Ancorante chimico in vinilestere:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 15 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 60 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 10 MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	0,47 %	dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	4,3 GPa	dopo 24 ore
densità	1,70 g/cm ³	

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 25 di 174

Il prodotto dovrà essere atossico (senza stirene)

Note: potranno in generale essere utilizzate resine tipo Hilti HIT-HY70 o equivalenti.

2.6.7.4 Resine acriliche

Polimeri di addizione dell'estere acrilico o di suoi derivati. Termoplastiche, resistenti agli acidi, alle basi, agli alcoli in concentrazione sino al 40%, alla benzina, alla trementina. Resine di massima trasparenza, dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie.

A basso peso molecolare presentano bassa viscosità e possono essere lavorate ad iniezione.

Potranno essere utilizzate quali consolidanti ed adesivi, eventualmente miscelati con siliconi, con siliconato di potassio ed acqua di calce. Anche come additivi per aumentare l'adesività (stucchi, malte fluide).

2.7 LATERIZI

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008, ed alle norme UNI vigenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla normativa UNI vigente.

Nelle lavorazioni inerenti restauro e consolidamento di murature storiche dovranno essere utilizzati laterizi aventi caratteristiche fisico-meccaniche, cromatiche e dimensionali compatibili con l'esistente. Si dovranno utilizzare preferibilmente mattoni pieni di recupero possibilmente coevi a quelli della struttura da consolidare o in alternativa – ove previsto dal progetto e/o indicato dalla D.L. – elementi realizzati “a mano” con la tecnologia produttiva tradizionale “a pasta molle” (non trafiletti) conformi alle norme UNI 8394/83. I mattoni dovranno essere sottoposti preventivamente all'approvazione della D.L.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 1.6 MPa di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07).

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm 20. Sotto un carico di mm 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili (metodo di prova UNI EN 539-1). Gli elementi dovranno essere marchiati e rispondenti alla normativa vigente (UNI EN 1304 e successive modificazioni ed integrazioni). Per utilizzo di beni storici potrà essere richiesto l'utilizzo di elementi di recupero e/o aventi particolari caratteristiche cromatiche (es. antichizzazione).

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

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 26 di 174

2.8 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

2.8.1 Generalità

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi al DM 14 gennaio 2008, norme tecniche per le costruzioni e alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiale da sottoporre a prova presso Laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto, le spese di esecuzione di tutte le prove sono a carico dell'Impresa. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnata copia alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

2.8.2 Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinatura e simili.

Essi dovranno avere tutte le caratteristiche previste nelle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare 2 febbraio 2009 (n°617) e da tutte le norme UNI vigenti e presentare inoltre i requisiti minimi indicati ai paragrafi seguenti.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo di marcatura CE dovranno inoltre essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- documento di trasporto in copia conforme rilasciato dal produttore dell'acciaio riportante gli estremi dell'attestato di cui al punto precedente.

La forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti sopraccitati rilasciati dal produttore dell'acciaio e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Non saranno accettate forniture prive della documentazione sopracitata. A tale proposito l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, preliminarmente alla fornitura, copia dell'attestato di qualificazione del materiale che intende acquistare per l'approvazione.

2.8.3 Ferro

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 27 di 174

2.8.3.1 Acciaio da carpenteria

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e relativa CIRCOLARE 2 febbraio 2009 (n°617) e di tutte le norme UNI vigenti, applicabili.

Gli acciai per carpenteria metallica dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nella UNI EN 1090-1:2012 e UNI EN 1090-2:2011.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere marcati CE ai sensi della norma UNI EN 1090-1 e la marcatura dovrà risultare leggibile.

Il produttore dovrà essere in possesso della Certificazione del Controllo della Produzione di Fabbrica (FPC) in conformità alla norma UNI EN 1090-1, rilasciata da un organismo notificato.

Il produttore dovrà fornire preventivamente al Direttore dei Lavori, per l'approvazione del materiale, la certificazione relativa alla marcatura CE prevista dalla normativa. Il produttore deve redigere la "Dichiarazione di Prestazione" secondo quanto stabilito nel capitolo 4 e nell'allegato ZA della UNI EN 1090-1. Tutte le forniture dovranno essere corredate dal suddetto certificato citato nel documento di trasporto. La marcatura CE è apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto da costruzione o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto, essa è apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione 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 (WPS, WPA), e specificatamente: la preparazione dei lembi, le dimensioni dei cordoli, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- la qualificazione dei saldatori;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina.

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'Appaltatore dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione dei Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione delle saldature, alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione dei 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 DM 14/01/2008 e s.m.i., e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione dei Lavori.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 28 di 174

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi JR, J0, J2 e superiori da impiegare nelle costruzioni, saranno da sottoporre, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

L'impresa costruttrice dovrà in ogni caso utilizzare acciai con resilienza adeguata al tipo di applicazione prevedendo ove necessario, e senza sovrapprezzi, l'utilizzo di materiale con caratteristiche superiori a quello riportato nel progetto.

Tutte le lavorazioni (saldatura, realizzazioni di unioni bullonate ecc..) dovranno essere eseguite secondo le indicazioni del progetto esecutivo e della Direzione Lavori e in conformità con quanto disposto dal D.M. 14/01/2008 e s.m.i. .

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

- CNR UNI 10011/88, relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

2.8.3.2 Collegamenti bullonati

I collegamenti bullonati dovranno essere eseguiti con bulloni ad alta resistenza di classe indicata negli elaborati di progetto e/o indicata dalla D.L..

Rosette e piastrine dovranno essere realizzate con acciaio di tipo e classe prescritti negli elaborati di progetto e/o indicati dalla D.L..

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e di tutte le norme UNI vigenti. Gli elementi dovranno essere prodotti in Centro di Trasformazione, secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008.

Tutti gli elementi del collegamento dovranno recare la marcatura CE.

Sarà facoltà della D.L. rifiutare qualunque fornitura non rispondente ai requisiti sopra citati. Non sarà in questo caso riconosciuto all'Impresa alcun onere aggiuntivo per il prolungarsi dei tempi di esecuzione dell'opera in attesa della nuova fornitura.

I bulloni dovranno essere conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592, e dovranno appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate come previsto nel DM 14/01/2008 e s.m.i.:

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le giunzioni ad attrito dovranno essere realizzate con i seguenti elementi:

- viti classe 8.8 - 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 29 di 174

- dadi classe 8 - 10 secondo UNI EN 20898-2;
- rosette in acciaio C 50 secondo UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32 ÷ 40;
- piastrene in acciaio C 50 secondo UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32 ÷ 40.

Gli elementi di collegamento in acciaio inossidabile (INOX) dovranno essere conformi alla norma UNI EN ISO 3506 "Elementi di collegamento in acciaio inossidabile resistenti a corrosione" ed al DM 14/1/2008 e s.m.i..

Gli elementi di collegamento in acciaio inossidabile, in generale e salvo diversa indicazione, dovranno avere caratteristiche di classe di corrosione e resistenza A2-70.

Eventuali fuori squadra dovranno essere compensati con rosette sferiche o inserimento di piastre a cuneo aventi idonea inclinazione.

In presenza di accoppiamenti tra materiali diversi (es. acciaio ordinario-acciaio inox), per evitare fenomeni di corrosione elettrochimica dovrà essere previsto l'inserimento di rondelle e boccole isolanti.

A discrezione della Direzione Lavori, potranno essere sottoposti a prova dei campioni di elementi di collegamento per ogni lotto di produzione.

2.8.3.3 Collegamenti saldati

Saldature a cordone d'angolo e/o a completa penetrazione di prima classe dovranno essere eseguite secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e da tutte le norme UNI vigenti.

Le saldature, sia in officina che in cantiere, 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.

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 d'angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. esame con liquidi penetranti o con magnetoscopio), mentre per i giunti a piena penetrazione, 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.

Il numero e l'estensione dei controlli magnetici da eseguire sui cordoni ad angolo verrà stabilita dal Direttore dei Lavori, e dovranno essere eseguiti a cura dell'Impresa. L'estensione delle indagini potrà essere estesa fino al 100% dello sviluppo dei cordoni di saldatura.

Quando richiesto dalla D.L., la fornitura dovrà essere accompagnata dai certificati relativi all'esame eseguito in officina.

Il Direttore dei Lavori potrà, a cura e spese dell'Impresa, ordinare in cantiere ulteriori controlli radiografici e ultrasuoni per verificare la classe di appartenenza delle saldature eseguite.

2.8.3.4 Acciai inossidabili

La composizione e le caratteristiche meccaniche dei vari tipi di acciaio impiegati devono corrispondere ai valori fissati dagli standard AISI (American Iron Steel Institute) e/o ACI (Alloy Casting Institute).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 30 di 174

Il materiale dovrà inoltre essere conforme a quanto indicato dal DM 14/01/2008 e s.m.i..

Il tipo di acciaio sarà quello prescritto negli elaborati progettuali. Per quanto riguarda i controlli ed i prelievi su questi materiali vale quanto detto nel paragrafo precedente.

Salvo diversa indicazione del progetto o della D.L., in generale sarà fornito al cantiere acciaio inossidabile austenitico AISI 304L idoneo all'uso strutturale secondo UNI EN 10088.

I metalli da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da imperfezioni sia superficiali che interne (scorie, soffiature, bolle) e da qualsiasi altro difetto di fusione.

Per quanto riguarda i controlli ed i prelievi su questi materiali vale, a seconda della tipologia di elemento, quanto previsto per le barre da c.a. normali o quanto previsto per l'acciaio da carpenteria.

Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in progetto, di norma sabbiatura, pallinatura o satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida.

In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta dalla rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.

La D.L. inoltre potrà prescrivere un idoneo trattamento di verniciatura o di brunitura.

Sarà facoltà del Direttore dei Lavori far richiesta all'Impresa di campioni per la preventiva approvazione della finitura superficiale.

Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

Ove non diversamente specificato dal progetto, gli elementi di giunzione/collegamento posti a contatto con gli elementi in acciaio inossidabile dovranno essere anch'essi in acciaio inossidabile. In caso contrario, per evitare fenomeni di corrosione elettrochimica, dovrà essere previsto l'inserimento di rondelle e boccole isolanti.

2.8.3.5 Acciai in barre ad aderenza migliorata B450 C (Feb 44k)

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e dalle norme UNI vigenti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. sopraccitato. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego.

La D.L. dovrà, sottoporre a controllo in cantiere le barre ad aderenza migliorata in conformità a quanto citato dal succitato decreto.

Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'impresa ed inviati a cura della D.L. ed a spese dell'impresa ad un Laboratorio Ufficiale.

La D.L. darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 sopraccitato.

Qualora l'Appaltatore intenda effettuare la sagomatura e/o l'assemblaggio delle barre al di fuori del cantiere, dovrà rivolgersi ad un centro di trasformazione di cui al punto 11.3.1.7 del DM 14/01/2008.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 31 di 174

In tal caso ogni fornitura dovrà essere accompagnata, oltre che dalla documentazione sopracitata anche dalla seguente:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

2.8.3.6 Reti in acciaio elettro-saldato

Tutte le reti elettro-saldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008.

Le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate.

Le reti laminate normali o zincate avranno un carico allo sfilamento non inferiore a 30-35 kg/mm². Tutte le reti elettro-saldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008.

2.8.3.7 Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare le resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

2.8.3.8 Metalli vari

Il piombo (UNI 3165, 6450, 7043), lo zinco (UNI 2013 e 2014/74), lo stagno (UNI 3271 e 5539), il rame (UNI 5649) l'alluminio (UNI C.D.U. 669/71) l'alluminio anodizzato (UNI 4222/66) e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetti che ne vizino la forma, o ne alterino la resistenza o la durata.

2.8.4 Pioli tipo “Nelson” o similari

Salvo diversa indicazione, si prevede per i pioli tipo “Nelson” l'uso di acciaio EN10025 S235J2G3+C450.

Prima dell'ordinazione delle strutture metalliche dovrà essere trasmessa alla Direzione dei Lavori una relazione contenente:

- le caratteristiche chimiche e meccaniche dell'acciaio impiegato per i pioli;
- la descrizione del tipo e del procedimento di saldatura scelto tra quelli consentiti dalla norma CNR 10016/85.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 32 di 174

Dovrà inoltre essere trasmessa alla Direzione dei Lavori la documentazione di accompagnamento della fornitura (compresi i certificati delle prove eseguite in officina) prevista dalla norma CNR 10016/85.

È facoltà della Direzione dei Lavori eseguire nuovamente in cantiere le prove previste al punto B.2.3. della Norma CNR 10016/85.

Qualora la percentuale di pioli difettosa risulti superiore al 20% e/o l'anima della trave risulti danneggiata l'Impresa dovrà sostituire a sua cura e spese l'intera trave in acciaio.

2.8.5 Lamiere grecate

Le lamiere grecate fissate alle travi mediante connettori, o viti, o chiodi a “sparo” con soprastante getto di calcestruzzo armato dovranno essere conformi alle specifiche di progetto.

Tali lamiere devono essere del tipo con impronte sulle anime, ottenute per deformazione a freddo, e saranno costruite conformemente alle norme UNI EN 10326:2004 con zincatura a caldo applicata con spessore minimo 30 micron dopo la piegatura.

La fornitura delle lamiere dovrà essere corredata da certificato di avvenuto deposito presso il Ministero dei Lavori Pubblici di documentazione di idoneità come armatura di struttura in c.a., secondo Legge 05.11.1971 N. 1086.

2.8.6 Grigliato metallico zincato a caldo

I pannelli prefabbricati di grigliato, siano essi pedonabili o carrabili, salvo diverse indicazioni dovranno essere in acciaio zincato S235JR secondo UNI EN 10027-1:2006 e dovranno avere le caratteristiche geometriche, di portata e di deformabilità idonee all'applicazione e non inferiori a quanto indicato in progetto.

La fornitura e posa comprenderà l'onere per la zincatura a caldo su tutta la carpenteria secondo UNI EN ISO 1461:1999, la bulloneria e gli elementi necessari per il fissaggio ai profili metallici di supporto, così come indicato nelle tavole di progetto.

L'impresa dovrà fornire alla Direzione dei Lavori, almeno 15 gg prima dell'inizio della posa dei pannelli in grigliato, le schede tecniche (con indicata la portata in funzione delle luci di impiego), la certificazione sulle caratteristiche dei materiali impiegati e le specifiche di posa per la necessaria approvazione da parte della D.L..

2.9 LEGNAMI

2.9.1 Generalità

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque specie esse siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati (UNI 8198).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 33 di 174

Gli elementi lignei ad uso strutturale forniti in cantiere dovranno essere dotati di marcatura e certificato di conformità CE alle norme armonizzare EN 14081-1 per legno massiccio con sezione rettangolare e EN 14080 per legno lamellare e di Dichiarazione di Prestazione (DoP) secondo quanto previsto dal Regolamento (UE) n.305/2011.

Per travi uso Fiume e uso Trieste, le forniture dovranno essere eseguite in conformità alle prescrizioni della Circolare esplicativa n.617 del 2.2.2009 alle Norme Tecniche per le Costruzioni per “legno con sezioni irregolari” o in conformità alle normative nazionali/europee o a specifico benessere tecnico europeo in vigore per la specie richiesta, ove queste siano disponibili al momento della fornitura del materiale.

Le certificazioni dovranno giungere in cantiere contestualmente alla fornitura.

Potrà essere facoltà della D.L. chiedere anticipatamente garanzia della rispondenza del legname alle norme vigenti e alle caratteristiche indicate in progetto e, a suo insindacabile giudizio, potrà far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere.

Il legname dovrà generalmente provenire da gestione forestale sostenibile certificata e la fornitura dovrà garantire la presenza di una catena di custodia certificata.

2.9.2 Legno massiccio

Nelle applicazioni strutturali, salvo diversa indicazione, dovrà essere impiegato della classe di resistenza indicata dal progetto e comunque non inferiore a C24 (per legno di conifera) secondo UNI-EN 338 o di I categoria secondo norme DIN 1052.

Per biette, spinotti, tavolette di appoggio ed in genere per elementi in legno soggetti a compressione in direzione perpendicolare alla fibratura, in assenza di specifiche indicazioni negli elaborati di progetto, dovranno essere utilizzati elementi in legno “duro” (ovvero in latifoglia es. faggio, rovere), privo di difetti e di classe di resistenza non inferiore a D60 secondo UNI-EN 338 o di I categoria secondo norme DIN 1052.

Le travi squadrate di sezione ridotta (16x20 cm o inferiore) dovranno essere fornite tagliate “fuori cuore” escludendo la parte midollare centrale al fine di ridurre il manifestarsi di fessurazioni e spaccature.

In generale, salvo diversa indicazione, si prevede la piallatura degli elementi “a vista”. Le dimensioni indicate negli elaborati progettuali si intendono riferite agli elementi già piallati. Sarà inoltre facoltà del Direttore dei Lavori chiedere lo smusso degli spigoli e/o definire la colorazione più idonea per il prodotto impregnante utilizzato.

Il legname dovrà essere adeguatamente stagionato in funzione della specifica applicazione con umidità comunque non maggiore del 15%, misurata secondo le norme UNI 8829 e 8939.

Il legname dovrà generalmente provenire da gestione forestale sostenibile certificata.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché, le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 34 di 174

la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza o il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta (UNI 11035 2003). I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 9714/90, i pannelli in particellato di legno alla UNI 13986/03 e le lastre di agglomerato ligneo alla UNI 2087 e successive modifiche e integrazioni.

I legnami per pavimentazione siano essi listoni che tavolette (UNI 11265/07) dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

Tutte gli elementi in legno (travi, tavolati, ecc.) dovranno essere trattati su tutte le facce dell'elemento con due mani di impregnante per il legno, contro eventuali attacchi biologici di funghi ed insetti xilofagi. Nel caso in cui il legno fosse fornito al cantiere già trattato, dovrà essere cura dell'Impresa fornire la scheda tecnica del prodotto impregnante utilizzato. Per gli elementi tagliati e sagomati in cantiere dovrà essere garantito il successivo trattamento delle superfici di taglio con almeno due mani di prodotto impregnante.

Il D.L. potrà far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti.

2.10 MATERIALI COMPOSITI

2.10.1 Materiali compositi FRP

I prodotti e le modalità di applicazione dovranno rispondere alle norme e raccomandazioni vigenti.

In particolare si richiamano le “Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP” - Consiglio Superiore LL PP del 24/07/2009 e s.m.i..

L'appaltatore dovrà eseguire i controlli di accettazione previsti dalle suddette norme.

Dovranno essere in generale utilizzati (salvo diversa indicazione della D.L. e del progettista) applicazioni di tipo A ~~ovvero sistemi~~ completi di rinforzo di cui sono certificati sia i materiali che il sistema completo applicato ad un substrato definito.

I prodotti denominati FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) sono “sistemi compositi” fibrosi a matrice polimerica. Il materiale base sarà il rinforzo fibroso costituito da lunghe fibre accostate le une alle altre ed impregnate in situ con una matrice a base di resine (epossidiche o poliestere bicomponenti a bassa viscosità) che polimerizzeranno a temperatura ambiente o industrialmente mediante il processo di pultrusione. La matrice polimerica avrà il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre di rinforzo, di proteggere la fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura, ed infine, di dare forma al composito.

Le fibre, commercialmente prodotte, per la realizzazione dei FRP potranno essere essenzialmente di tre tipi:

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 35 di 174

- fibre di carbonio: presentano elevata resistenza e rigidità, modesta sensibilità alla fatica, eccellente resistenza all'umidità ed agli agenti chimici; per contro presentano un modesto valore di deformazione ultima, bassa resistenza agli urti e sono danneggiabili all'intaglio, in conseguenza di una limitata deformabilità in direzione trasversale. Le fibre di carbonio potranno essere classificate in: ad alta tenacità (HT con $E < 250$ GPa), alto modulo (HM con $E < 440$ GPa), ed altissimo modulo (UHM con $E > 440$ GPa);
- fibre in vetro: sono prodotte per estrusione, presenteranno un'elevata resistenza a trazione che però sarà accompagnata da una limitata resistenza ai carichi ciclici e da una forte sensibilità agli ambienti alcalini. I tipi di vetro comunemente utilizzati saranno il tipo E, il tipo S e ad alta resistenza chimica di tipo AR;
- fibre aramidiche: sono di natura polimerica, oltre che per la buona resistenza e rigidità sono caratterizzate da un'ottima resistenza agli agenti chimici: una forte deperibilità delle caratteristiche meccaniche può essere causata dai raggi U.V. Le fibre aramidiche potranno essere classificate in: alto modulo (HM), ed altissimo modulo (UHM);
- fibre polivinilalcol (PVA): estremamente leggere e con una maggiore deformabilità rispetto alle fibre in vetro, presenteranno al contempo una maggiore capacità di sopportazione alle deformazioni e una grande compatibilità con il cemento.

Tabella Caratteristiche meccaniche delle fibre (valori riferiti al tessuto filato e non al singolo filamento)

	CARBONIO ALTA TENACITA'	CARBONIO ALTO MODULO	CARBONIO ALTISSIMO MODULO	VETRO	ARAMIDE
Resistenza a trazione	≥ 2500 MPa	≥ 2500 MPa	≥ 1900 MPa	≥ 2500 Mpa (vetro E) ≥ 3500 Mpa (vetro S)	3600-3800 MPa
Modulo Elastico (E)	230-280 Gpa	≥ 390 Gpa	≥ 640 Gpa	70-90 GPa	80-140 GPa
Allungamen to a rottura	$\geq 1,5$ %	0,8-2 %	$\sim 0,3$ %	3-4 %	2-3 %
Densità	1,7-1,9 g/cm ³	1,7-1,9 g/cm ³		2,54 g/cm ³	1,4 g/cm ³
Spessore tessuto secco	0.165 mm	0.165 mm	0.143 mm	0.230 mm	0.214 mm

Le fibre utilizzate dovranno avere le caratteristiche indicate dal progetto o comunque non inferiori ai valori indicati dalla presente tabella.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 36 di 174

Tabella Caratteristiche dei tessuti

		Spessore	Peso Ordito	Peso Trama	Peso Totale
Fibra vetro	Unidirezionale	0,32 mm	303 gr/mq	17 gr/mq	320 gr/mq
Fibra carbonio alta tenacità	Unidirezionale	0,17 mm	240 gr/mq	26 gr/mq	260 gr/mq

I tessuti utilizzati dovranno avere le caratteristiche indicate dal progetto o comunque non inferiori ai valori indicati dalla presente tabella.

Le tipologie dei compositi FRP utilizzate saranno rappresentate da: tessuti, lamine, barre e reti bidirezionali.

I tessuti (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione, a taglio e per il confinamento a compressione) potranno essere realizzati in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bi-direzionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o bi-assiale (fibre inclinate $\pm 45^\circ$). Le larghezze delle strisce potranno variare da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra se non diversamente specificato (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere: carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramide circa 0,21 mm); anche il peso sarà variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es. fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 300-600 g/mq, le fibre di carbonio bi-direzionali peseranno circa 230-360 g/mq, mentre quelle bi-assiali circa 450-600 g/mq).

Le lamine (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione) rappresenteranno piattine pultruse in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) di spessore superiore a quello del tessuto (rapporto circa 1:8 o superiore) e variabile (per le fibre di carbonio) da 1,4 a 50 mm così come la larghezza variabile da 50 a 150 mm.

Le barre (utilizzabili nel rinforzo interno a flessione come tiranti o come armature) potranno essere realizzate in fibra di carbonio, di vetro o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm). Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spirallatura esterna. Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

2.10.1.1 Tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ad alta resistenza

I tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ad alta resistenza (es. tipo MasterBrace FIB 300/50 CFS già MBrace Fibre Alta Resistenza della BASF o equivalente) dovranno essere forniti al cantiere in strisce di larghezza compresa da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm, delle caratteristiche indicate in progetto e comunque non inferiori ai valori sotto indicati (riferiti al tessuto secco):

Tipo di fibra	Carbonio ad alta resistenza
Orditura delle fibre	unidirezionale
Grammatura del tessuto, gr/mq	310 \pm 10
Spessore equivalente di tessuto secco, mm	0,165
Modulo elastico equivalente medio a trazione, ASTM D3039,	250.000

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 37 di 174

MPa	
Rigidezza media a trazione, kN/mm	37,9
Deformazione ultima media a trazione, ASTM D3039, %	1,3
Resistenza caratteristica a trazione f_{tk} , ASTM D3039, MPa (*)	3.200
Resistenza a trazione del singolo filamento, MPa	> 4.900
Conduttività termica, $J \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} \cdot K^{-1}$	17

I tessuti saranno impregnati in situ in matrice polimerica epossidica.

I prodotti impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L. ed essere accompagnati dai certificati delle prove di prequalifica eseguite a cura del Produttore.

2.10.1.2 Rete di armatura in fibra di vetro/aramide

Rete di armatura in fibra vetro-aramidica, alcali-resistente tipo Rinforzo ARV 100 di Kerakoll o equivalente.

Larghezza maglia 10x12,5 mm;

Peso rete apprettata 360 g/mq \pm 5%

Resistenza a trazione > 80 kN/m

Allungamento a rottura 5,5 \pm 1%

2.10.1.3 Barre

Le barre potranno essere realizzate in fibra di carbonio o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm). Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spirallatura esterna. Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

Le caratteristiche di resistenza delle barre – ove impiegate quali ancoraggi sfioccati – dovranno essere compatibili con le prescrizioni di progetto o comunque garantire la medesima resistenza a trazione della fascia FRP cui andranno collegate.

I prodotti impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L., anche previa esecuzione di prove di impregnazione e di strappo in sito, e dovranno essere accompagnati dai certificati delle prove di prequalifica eseguite a cura del Produttore.

2.10.2 Materiali compositi in Fibra di acciaio – SRG / SRP

Gli SRP/SRG sono costituiti da piccoli trefoli di sottili fili di acciaio ad alta resistenza (Ultra High Tensile Strength Steel) continui e intrecciati a formare trefoli, a loro volta assemblati in un "tessuto" e impregnati a mezzo di una matrice polimerica (Steel Reinforced Polymer) o a base di malta (Steel Reinforced Grout). Tra i fattori fisico-geometrici capaci di influenzare la risposta meccanica del composito vi sono, oltre alla classe di resistenza del filamento, il diametro del filo, la tipologia di trefolo e la densità del "tessuto".

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 38 di 174

Sistemi SRG

I tessuti unidirezionali a 0° in fibra di acciaio a media densità formata da micro trefoli di acciaio ad altissima resistenza sono adatti alla formazione di sistemi compositi a matrice inorganica per il rinforzo di murature, archi, volte e cupole in cemento armato, in mattoni pieni o forati o in pietra naturale.

Le caratteristiche del tessuto in fibra di acciaio impregnato con betoncino a base di calce idraulica naturale NHL3,5 devono essere conformi alle direttive delle norme UNI e ASTM di riferimento così come indicato nel documento CNR-DT 200/2004 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati".

Il sistema realizzato deve essere di TIPO A, come riportato nel documento CNR-DT 200/2004 al cap. 2 paragrafo 2.5. Deve essere conforme alla norma UNI EN ISO 5084.

Dovranno essere utilizzati esclusivamente sistemi di rinforzo SRG/FRCM costituiti da fasi, legante inorganico e rete di rinforzo commercializzate da uno stesso fornitore e la cui efficacia sia suffragata da documentazione tecnica e da campagna sperimentale adeguate.

I prodotti impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L., anche previa esecuzione di prove di impregnazione e di strappo in sito, e dovranno essere accompagnati dai certificati delle prove di prequalifica eseguite a cura del Produttore.

Dovrà essere garantita una elevata durabilità prevedendo idonei processi di galvanizzazione e, ove richiesto dal progetto e/o dalla specifica applicazione (es. ambienti aggressivi), utilizzando fili in acciaio inossidabile.

2.10.2.1 Tessuti unidirezionali in trefoli di acciaio galvanizzato

I tessuti in acciaio galvanizzato (es. tipo Geosteel G600 di Kerakoll s.p.a. o equivalente) dovranno essere forniti al cantiere in strisce di larghezza compresa da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm, delle caratteristiche indicate in progetto e comunque non inferiori ai valori sotto indicati:

Tipo di materiale costituente i filamenti dei trefoli	Acciaio galvanizzato
Orditura delle fibre	unidirezionale
Area filo	0.1076 mmq
Modulo elastico filo	206 GPa
Tensione caratteristica a trazione filo	> 2900 MPa
Area effettiva singolo trefolo 3x2 (5 fili)	0.538 mmq
Numero trefoli/cm	1,57 trefoli/cm
Carico di rottura a trazione di un trefolo	> 1500 N
Spessore equivalente del nastro	0.084 mm
Resistenza caratteristica equivalente del nastro	> 2800 MPa
Modulo di elasticità normale equivalente del nastro	> 190 GPa
Deformazione a rottura equivalente del nastro	1.5%
Massa	670 g/mq

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 39 di 174

I tessuti dovranno essere applicati in matrice inorganica a base di calce idraulica naturale NHL3,5 (es. Geocalce Fino di Kerakoll o equivalente).

I connettori in fibra di acciaio dovranno essere ricavati da strisce di tessuto unidirezionale ad altissima resistenza in acciaio galvanizzato, di opportuna larghezza e numero di trefoli, da adattare in base alle indicazioni di progetto.

2.11 ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.

L'Appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L..

Sono classificati dalla norma UNI 934–2, 2002 in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc.. In relazione al tipo dovranno possedere la marcatura CE e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI indicate e successive integrazioni e modificazioni (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo o la malta.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

Nell'ambito di interventi sulla muratura storica, l'aggiunta di qualunque additivo dovrà in generale essere evitata, salvo diverse indicazioni di volta in volta impartite dalla D.L.

2.11.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 40 di 174

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

2.11.2 Additivi antigelo

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

2.12 CALCESTRUZZI

2.12.1 Componenti

Le norme del presente articolo sono da intendersi ad integrazione di quanto previsto nel DM 14/01/2008 e s.m.i., e la loro applicazione è da intendersi estesa anche alle opere in calcestruzzo non armato.

Secondo il DM 14/01/2008 la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degrado, per tutta la vita nominale prevista in progetto.

È pertanto indispensabile che vengano rispettate le caratteristiche minime indicate nel progetto prevedendo comunque per ogni struttura (senza oneri aggiuntivi per il committente) conglomerati aventi classe di esposizione, classe di resistenza caratteristica, classe di consistenza e diametro massimo dell'aggregato idonei alla specifica applicazione.

Si riportano di seguito i requisiti richiesti per i materiali componenti i calcestruzzi.

2.12.1.1 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

2.12.1.2 Cemento idraulico normale

I cementi dovranno essere provvisti di attestato di conformità CE alla norma UNI EN 197-1.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 41 di 174

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104 , conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per aumentare le caratteristiche di durabilità dei calcestruzzi esposti all'azione aggressiva dei cloruri con alternanza di cicli bagnato/asciutto si possono prescrivere per il confezionamento del calcestruzzo di alcuni getti l'impiego di cementi pozzolanici tipo CEM IV/A 42,5.

Fornitura

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- sfusi.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

Accertamento della documentazione dei cementi

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi rispondenti a tutte le prescrizioni del presente capitolato.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 42 di 174

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi

La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e della calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione o comunque secondo le modalità preventivamente stabilite dalla D.L. e dal collaudatore. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Per le forniture di leganti sfusi, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione o comunque secondo le modalità preventivamente stabilite dalla D.L. e dal collaudatore.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, o comunque secondo le modalità preventivamente stabilite dalla D.L. e dal collaudatore, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'Appaltatore e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 43 di 174

2.12.1.3 Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la DIREZIONE DEI LAVORI ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206, la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

- fumo di silice $\leq 7\%$ rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$;
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ per le classi di esposizione XC e XF.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 44 di 174

La quantità (cemento + $k \cdot$ quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.

2.12.2 Calcestruzzi

2.12.2.1 Generalità per i calcestruzzi

Per tutti i calcestruzzi a prestazione garantita le prestazioni sono specificate nel presente capitolato. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto, prima di procedere all'esecuzione dei getti, a presentare il mix design della miscela che intende utilizzare oltre ad uno studio, eseguito presso un laboratorio ufficiale e/o autorizzato, per dimostrare che il conglomerato proposto avrà una resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Devono essere inoltre forniti dati dei valori caratteristici di resistenza a 2 e 7 gg. di maturazione.

Tale relazione dovrà anche riportare natura, qualità, diametro massimo e provenienza degli inerti, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, getto e maturazione. Tutta la documentazione dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

I calcestruzzi forniti in cantiere dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto e/o impartite dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera per classe di esposizione (UNI EN 206-1), resistenza cubica caratteristica a 28 gg (UNI EN 12390-3:2003), classe di consistenza (UNI EN 206-1), diametro massimo dell'inerte e comunque essere idonei alla specifica applicazione prevista.

Dovranno inoltre essere rispettate tutte le indicazioni e prescrizioni indicate dalla norma UNI 11104:2016 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206"

L'impresa dovrà verificare che le caratteristiche del cls (es. diametro massimo dell'inerte e classe di consistenza) definiti negli elaborati progettuali siano idonee in funzione delle effettive modalità esecutive adottate per i getti prevedendo, ove necessario gli opportuni adattamenti.

Dovranno essere inoltre seguite le regole di buona pratica e le indicazioni riportate nelle "Linee guida per la messa in opera del cls strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del cls indurito mediante prove NDT" del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici – Ed. febbraio 2008 e s.m.

Ove previsto dal progetto ed ove richiesto della specifica applicazione dovranno essere garantiti i corretti valori dei seguenti parametri:

- profondità di penetrazione dell'acqua (UNI EN 12390-8);
- resistenza cicli di gelo-disgelo (UNI 7087: 2002);
- modulo elastico (UNI 6556:1976);

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 45 di 174

- resistenza a trazione per flessione 8 gg (UNI EN 12390-5:2002);
- espansione contrastata (UNI 8148) (per cls reoplastici a ritiro compensato);

La D.L. ed il collaudatore potranno richiedere specifici controlli e prove di laboratorio di verifica.

Per il calcestruzzo additivato con idrofobizzanti dovranno (salvo diverse indicazioni del progetto e della DL) essere assicurate le seguenti prestazioni minime:

- opposizione alla pressione idrostatica negativa (ISO/DIN 7031) =20 BAR
- test di permeabilità all'acqua dopo 56 giorni (DIN 1048) < 5.35x10⁻¹³ m/sec
- pontage di fessurazioni <0.4mm

2.12.2.2 Specifiche per calcestruzzi leggeri strutturali con argilla espansa

I calcestruzzi strutturali alleggeriti con inerte minerale a base di argilla espansa devono essere specificati in ragione della classe di resistenza e della massa per unità di volume.

Le resistenze ammesse per impieghi strutturali vanno dalla LC16/18 alla LC55/60 secondi UNI EN 206-1:2006.

La classe di massa per unità di volume va dalla D1,5 alla D2,0 e dunque è ammesso l'impiego di calcestruzzi con densità compresa tra 1400 e 2000 kg/mc. Oltre ai normali controlli di accettazione per la resistenza, per i calcestruzzi leggeri dovranno essere eseguiti controlli di accettazione per la massa per unità di volume, secondo le norme UNI EN 206-1 e UNI EN 12390-7.

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato deve essere determinata in conformità all'appendice A della UNI EN 13055 e dichiarata dal produttore.

I calcestruzzi strutturali leggeri potranno essere confezionati in centrale di betonaggio o – previo accordo con la D.L. – confezionati direttamente in cantiere, anche con impiego di calcestruzzo premiscelato in sacchi.

2.13 MALTE. QUALITÀ E COMPOSIZIONE

2.13.1 Generalità

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o manualmente, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati preferibilmente sia a peso che a volume.

La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 46 di 174

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.

Le prescrizioni relative alle malte sono contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e nelle norme UNI vigenti specifiche per ogni applicazione (UNI EN 998 -1-2, 2004; UNI EN 1015).

Ove l'approvvigionamento delle malte dovesse essere effettuato ricorrendo a prodotti confezionati in sacchi o in fusti, questi oltre ad essere perfettamente sigillati dovranno avere la chiara indicazione relativa al produttore, al peso, alla classe di appartenenza, allo stabilimento di produzione, alla quantità d'acqua occorrente per il confezionamento, alle modalità di confezionamento e alle resistenze minime dopo i 28 giorni di stagionatura. Il materiale dovrà presentare marcatura CE.

Nel caso di opere di restauro/ristrutturazione, le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione del bene oggetto di intervento. In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L. , ove necessario, dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

2.13.2 Malte additive

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorare le caratteristiche meccaniche.

2.13.2.1 Malte additive con agenti antiritiro e riduttori d'acqua

Trattasi di malte addittivate con agenti chimici capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per il confezionamento di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare le pericolose screpolature che, spesso, favoriscono l'assorbimento degli agenti inquinanti. I riduttori d'acqua che generalmente sono dei polimeri in dispersione acquosa composti da finissime particelle altamente stabili agli alcali modificate mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensioattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L. In ogni caso essi dovranno assicurare le seguenti caratteristiche:

- basso rapporto acqua cemento;
- proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione;
- elevata flessibilità e plasticità della malta;
- basse tensioni di ritiro;
- ottima resistenza all'usura;
- elevata lavorabilità;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 47 di 174

- ottima adesione ai supporti;
- elevata resistenza agli agenti inquinanti.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando ove occorre anche l'umidità degli inerti (è buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti).

La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo d'applicazione potrà oscillare, in genere, dal 5 ai 10% in peso sul quantitativo di cemento. Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con altra acqua al fine di riutilizzarla in tempi successivi.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.

La superficie su cui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi. Se richiesto dalla D.L. l'Appaltatore dovrà utilizzare come imprimitore un'identica miscela di acqua, additivo e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con riduttori di acqua poiché, induriscono lentamente, dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

2.13.2.2 Malte espansive

Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati, ove previsto dal progetto o indicato dalla D.L., in tutte quelle lavorazioni che prevedono collaggi o iniezioni di malte fluide: sottofondazioni e sottomurazioni, volte e cupole, coperture, rifacimenti di strutture e consolidamenti. La malta dovrà essere preparata mescolando in betoniera una miscela secca di legante, inerte ed agenti espansivi in polvere nella quantità media, salvo diverse prescrizioni della D.L., di circa 10-40 Kg/mc. di malta; solo successivamente si potrà aggiungere il quantitativo misurato d'acqua. Nei casi in cui l'agente espansivo dovesse essere il tipo liquido, esso sarà aggiunto alla miscela secca inerti/legante solo dopo una prolungata miscelazione in acqua. L'Appaltatore sarà tenuto a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo dentro un recipiente tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto. Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno:

- mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice;
- ricorrere alla consulenza tecnica del produttore;
- richiedere l'autorizzazione della D.L.

La stagionatura delle miscele espansive si otterrà mantenendo le malte in ambiente umido.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 48 di 174

2.13.2.3 Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche

Dietro specifica prescrizione progettuale o su richiesta della D.L. potrà essere richiesto l'utilizzo di particolari riempitivi che hanno la funzione di plasmare e modificare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.

Si tratta di fibre in metallo o in polipropilene a forma di treccia a struttura reticolare che, durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente.

Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente tenaci caratterizzati da una resistenza a trazione di circa 400 N/mm², da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cm². Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea che ripartirà e ridurrà le tensioni dovute al ritiro. Se impiegate per il confezionamento di calcestruzzi, le proprietà delle fibre in polipropilene dovranno essere le seguenti: inerzia chimica che le rende adatte (in quanto non reagiscono con altri additivi chimici) ad essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; assenza di corrosione o deterioramento; atossicità; capacità di non alterare la lavorabilità delle malte.

2.13.2.4 Malte preconfezionate

Su autorizzazione della D.L. si potrà ricorrere a malte con dosaggio controllato confezionate con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie vengano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i leganti ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati.

Anche utilizzando tali tipi di malte l'Appaltatore sarà sempre tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle stesse, su richiesta della D.L., a prelevare campioni rappresentativi per effettuare le prescritte prove ed analisi, che potranno essere ripetute durante il corso dei lavori od in sede di collaudo.

Le malte preconfezionate potranno essere usate per stuccature profonde, incollaggi, ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori previsti dal progetto, prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L. che lo prevedano.

In ogni fase l'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso prescritte dalle ditte produttrici che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto. Dovrà altresì utilizzare tutte le apparecchiature più idonee per garantire ottima omogeneità all'impasto (miscelatori elicoidali, impastatrici, betoniere, ecc.) oltre a contenitori specifici di adatte dimensioni.

Dovrà inoltre attenersi a tutte le specifiche di applicazione e di utilizzo fornite dalle ditte produttrici nel caso dovesse operare in ambienti o con temperature e climi particolari.

Sarà in ogni modo consentito l'uso di malte premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da specifiche schede tecniche relative al tipo di prodotto, alle tecniche di preparazione e applicazione oltre che da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Nel caso in cui il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 49 di 174

2.13.2.5 Malta di calce per risarciture, ristilature, scuci-cuci, ristilature armate su murature esistenti

Per i lavori di risarcitura delle lesioni, di scuci-cuci e di ristilatura dei giunti, con o senza aggiunta di barre di rinforzo (armate), si utilizzerà una malta esclusivamente a base di calce idraulica naturale ed inerti selezionati ad alte prestazioni meccaniche, priva di cemento, a bassissimo contenuto di sali solubili, adatta per impiego in murature in misto pietra o laterizio.

Salvo diverse e più specifiche indicazioni la malta dovrà essere caratterizzata dalle seguenti proprietà fisiche e meccaniche:

- assenza di cemento;
- calce idraulica naturale: classificata NHL 3,5/5 (UNI EN 459-1);
- classe di resistenza a compressione (UNI EN 1015-11 - UNI EN 998-2): come da indicazioni di progetto, compresa, a seconda dell'applicazione tra M2,5 e M15.

Potranno essere autorizzate dalla D.L. malte con caratteristiche diverse da quelle indicate, purché prive di cemento ed a bassissimo contenuto di sali, quali ad esempio malte classificate come FL secondo UNI EN 459-1 2010).

Il prodotto dovrà essere colorato a campione, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e secondo quanto prescritto dalla competente Soprintendenza. L'Appaltatore dovrà pertanto presentare alla Direzione Lavori dei campioni di prodotto, per la necessaria approvazione.

In particolare, salvo diversa indicazione della D.L., si farà uso di:

- malta M5 (UNI EN 998-2) a base di calce idraulica naturale NHL 3.5 (esempio tipo Kerakoll BioCalce Muratura o equivalente) per allettamento, scuci-cuci, ristilatura in zone non critiche;
- malta M10 (UNI EN 998-2) a base di calce idraulica naturale NHL 3.5/5 (esempio tipo Kerakoll BioCalce Muratura Fino o equivalente) per allettamento, scuci-cuci, ristilatura in zone particolarmente sollecitate, previa esplicita indicazione della D.L.;
- malta M15 (UNI EN 998-2) a base di calce idraulica naturale NHL 3.5/5 (esempio tipo Kerakoll GeoCalce o GeoCalce Fino della Kerakoll oppure MasterEmaco S 285 TIX già Albaria Struttura della Basf o equivalente) per ristilature armate ed eventualmente, su esplicita indicazione della D.L., per allettamento, scuci-cuci, ristilatura in zone particolarmente sollecitate;
- malta M15 (UNI EN 998-2) a base di calce idraulica naturale NHL 3.5/5 (esempio tipo Kerakoll GeoCalce Fino o equivalente) per intonaco strutturale.

Il prodotto utilizzato dovrà recare il marchio CE in accordo con la normativa vigente. La fornitura al cantiere dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione (DoP) ai sensi del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011).

I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L.

Dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 50 di 174

2.13.2.6 Malta di calce M5 di allettamento

Per la ricostruzione di parte del paramento murario assente o lacunoso si utilizzerà una malta esclusivamente a base di calce idraulica naturale ed inerti selezionati, priva di cemento, a bassissimo contenuto di sali solubili, adatta per allettamento o ripristino dei giunti nelle murature in misto pietra o laterizio.

Salvo diverse e più specifiche indicazioni, la malta dovrà essere caratterizzata dalle seguenti proprietà fisiche e meccaniche:

- assenza di cemento;
- calce idraulica naturale: classificata NHL 5 (UNI EN 459-1);
- classe di resistenza a compressione (UNI EN 1015-11 - UNI EN 998-2): M5.

Potranno essere autorizzate dalla D.L. malte con caratteristiche diverse da quelle indicate, purché prive di cemento ed a bassissimo contenuto di sali, quali ad esempio malte classificate come FL secondo UNI EN 459-1 (2010).

Il prodotto dovrà essere colorato a campione, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e secondo quanto prescritto dalla competente Soprintendenza. L'Appaltatore dovrà pertanto presentare alla Direzione Lavori dei campioni di prodotto, per la necessaria approvazione.

In linea di principio, il materiale sarà applicato per spessori inferiori ai 5 cm; nel caso di applicazioni con spessori superiori la malta dovrà essere addizionata con inerti conformi alle relative norme di accettazione, aventi pezzatura compresa tra 5,0 e 10,0 mm, in misura pari al 35% in peso della malta.

Il prodotto utilizzato dovrà recare il marchio CE in accordo con la normativa vigente.

I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L. Dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

2.13.2.7 Malta fluida di calce per iniezioni di consolidamento su murature esistenti

Per gli interventi che richiedono iniezioni in paramenti murari, si impiegherà una speciale miscela ad alta fluidità e stabilità esclusivamente a base di calce idraulica naturale, priva di cemento, a bassissimo contenuto di sali idrosolubili, resistente ai solfati, espansiva in fase plastica, tale da garantire il riempimento anche dei vuoti più piccoli, e adatta al consolidamento di strutture murarie in pietra, misto pietra o mattone pieno tramite iniezione.

Salvo diverse e più specifiche indicazioni la miscela dovrà essere caratterizzata dalle seguenti proprietà fisiche e meccaniche:

- assenza di cemento;
- calce idraulica naturale: classificata NHL 3,5/5 (UNI EN 459-1);
- resistenza a compressione non inferiore a: 3,5 MPa a 7gg - 10 MPa a 28gg (M10);

Potranno essere autorizzate dalla D.L. malte con caratteristiche diverse da quelle indicate, purché prive di cemento ed a bassissimo contenuto di sali, quali ad esempio malte classificate come FL secondo UNI EN 459-1 (2010).

Ad esempio si potrà fare uso di malta tipo MasterInject 222 già Albaria Iniezione della BASF o equivalente.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 51 di 174

In funzione del tipo di applicazione e delle indicazioni del progetto o della D.L., potrà essere richiesto l'utilizzo di miscela di iniezione con caratteristiche di resistenza maggiori (M15, tipo Kerakoll GeoCalce Fluido o equivalente).

Il prodotto utilizzato dovrà recare il marchio CE in accordo con la normativa vigente.

La fornitura al cantiere dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione (DoP) ai sensi del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011).

I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L.

Dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

2.13.2.8 Malta bastarda M5/M10 di allettamento per nuove murature in laterizio

Nella costruzione di nuove murature in laterizio, sia nei giunti orizzontali (allettamento) che nei giunti verticali, si utilizzerà una malta bastarda contenente leganti idraulici e inerti esenti da sostanze organiche, e con una curva granulometrica controllata tale da conferire all'impasto un'ottima lavorabilità e una forte adesione al supporto sia nella messa in opera che a stagionatura conclusa.

Salvo diverse e più specifiche indicazioni la malta dovrà essere caratterizzata dalle seguenti proprietà meccaniche:

- classe di resistenza a compressione (UNI EN 1015-11 - UNI EN 998-2): M5 o M10 (secondo le specifiche esigenze e le indicazioni di progetto).

Il prodotto utilizzato dovrà recare il marchio CE in accordo con la normativa vigente.

In casi particolari potrà essere richiesto l'uso di una malta a base di calce idraulica naturale, priva di cemento, avente analoghe caratteristiche meccaniche.

L'uso di malta bastarda contenente leganti cementizi è tassativamente vietato nell'ambito degli interventi di restauro di beni storico-artistici, anche nel caso di completa ricostruzione di parti di muratura assenti o lacunose.

2.13.2.9 Malta reodinamica colabile a ritiro compensato (getti in spessore tra 1 e 5 cm)

Va confezionata utilizzando malta cementizia bicomponente premiscelata, reodinamica (superfluida, autocompattante senza vibrazione), ad espansione contrastata in aria, contenete fibre sintetiche in poliacrilonitrile (PAN), resistente agli agenti aggressivi dell'ambiente, ad esempio tipo "Master Emaco S 475 PG impastata con il relativo Componente B" della Basf o equivalente. I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L. Nel caso di utilizzo per interventi di consolidamento/restauro dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 52 di 174

2.13.2.10 Betoncino reodinamico colabile a ritiro compensato (getti in spessore tra 6 e 15 cm)

Va confezionato utilizzando betoncino cementizio bicomponente premiscelato, reodinamico (superfluido, autocompattante senza vibrazione), ad espansione contrastata in aria, contenete fibre sintetiche in poliacrilonitrile (PAN), resistente agli agenti aggressivi dell'ambiente, ad esempio tipo "Master Emaco S 465 MC impastato con il relativo Componente B" Basf o equivalente. I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L. Nel caso di utilizzo per interventi di consolidamento/restauro dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

Nel caso di getti di spessore superiore a 10 cm, dovrà essere aggiunto all'impasto dell'aggregato lavato, privo di impurità, avente diametro minimo superiore a 10 mm e diametro massimo in funzione dello spessore del getto (da concordare con la Direzione Lavori), in quantità pari al 35% sul peso totale della miscela secca.

2.14 CONGLOMERATI A BASE DI CALCE

Conglomerato esclusivamente a base di calce idraulica naturale ed inerti selezionati ad alte prestazioni meccaniche, privo di cemento, a bassissimo contenuto di sali solubili (es. tipo Master Emaco S 285 TIX già Albaria Struttura della BASF o equivalente) addizionato con inerte pulito, esente da sostanze organiche ed in curva granulometrica selezionata, adatto per impiego su murature in misto pietra o laterizio.

Il conglomerato dovrà essere caratterizzato dalle seguenti proprietà fisiche e meccaniche:

- assenza di cemento;
- legante a base di calce idraulica naturale classificata NHL 3.5/5;
- granulometria (UNI EN 1015-1): selezionata compresa tra 0 e 20,0 mm;
- consistenza (UNI EN 206-1): S4;
- resistenza cubica minima caratteristica a compressione a 28 gg (UNI EN 12390-3:2003): C12/15.

Potranno essere autorizzate dalla D.L. malte con caratteristiche diverse da quelle indicate, purché prive di cemento ed a bassissimo contenuto di sali, quali ad esempio malte classificate come FL secondo UNI EN 459-1 2010).

Dovrà sempre essere cura dell'Impresa verificare con il produttore prescelto l'esatto dosaggio dell'impasto. Indicativamente, a titolo puramente esemplificativo e salvo diverse esigenze o prescrizioni, il dosaggio consigliato degli inerti da aggiungere al betoncino preconfezionato sarebbe il seguente: 4 sacchi di malta di calce idraulica M15 + 20 kg ghiaietto 5-8 mm + 50 kg ghiaia 10-20 mm + 20-25 litri acqua = ca. 90 litri di conglomerato.

In ogni caso l'Appaltatore è tenuto, prima di procedere all'esecuzione dei getti, a presentare il mix design della miscela che intende utilizzare e – su richiesta della D.L. – uno studio, eseguito presso un laboratorio ufficiale e/o autorizzato, per dimostrare che il conglomerato proposto avrà una resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 53 di 174

Tale relazione dovrà anche riportare natura, qualità, diametro massimo e provenienza degli inerti, tipo e dosaggio di legante, rapporto acqua-legante, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, getto e maturazione. Tutta la documentazione dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

Le modalità di accettazione del materiale in cantiere da parte della D.L. saranno conformi a quanto previsto dalla NTC 2008 per i getti di calcestruzzo (§ 11.2.5).

2.14.1 Conglomerato a base calce alleggerito con argilla espansa per riempimenti

Per il ripristino del riempimento di volte o per il riempimento di tracce e cavità, secondo indicazioni di progetto e della D.L., verrà utilizzato conglomerato alleggerito di densità compresa fra 1200-1400 kg/mc, realizzato con inerti, argilla espansa idrofuga e con legante a base di calce idraulica naturale in quantitativo di calce minimo di 400 kg per mc di riempimento.

Il conglomerato dovrà essere caratterizzato dalle seguenti proprietà fisiche e meccaniche:

- assenza di cemento;
- legante a base di calce idraulica naturale classificata NHL 3.5/5;
- argilla espansa idrofuga, a basso assorbimento di acqua (assorbimento di umidità circa 1% a 30' secondo UNI EN 13055-1) tipo LecaPiù o equivalente;

Potrà essere autorizzato dalla D.L. l'utilizzo di legante con caratteristiche diverse da quelle indicate, purché privo di cemento ed a bassissimo contenuto di sali.

Dovrà sempre essere cura dell'Impresa verificare con il produttore prescelto l'esatto dosaggio dell'impasto.

In ogni caso l'Appaltatore è tenuto, prima di procedere all'esecuzione dei getti, a presentare il mix design della miscela che intende utilizzare e – su richiesta della D.L. – uno studio, eseguito presso un laboratorio ufficiale e/o autorizzato, per dimostrare che il conglomerato proposto avrà caratteristiche fisiche e meccaniche non inferiori a quelle richieste dal progetto.

Tale relazione dovrà anche riportare natura, qualità, diametro massimo e provenienza degli inerti, tipo e dosaggio di legante, rapporto acqua-legante, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, getto e maturazione. Tutta la documentazione dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

2.15 CONGLOMERATI DI RESINA SINTETICA

Saranno da utilizzarsi secondo le modalità di progetto, dietro specifiche indicazioni della D.L. e sotto il controllo degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Trattandosi di materiali particolari, commercializzati da varie ditte produttrici, dovranno presentare alcune caratteristiche di base garantendo elevate resistenze meccaniche e chimiche, ottime proprietà di adesione, veloce sviluppo delle proprietà meccaniche, buona lavorabilità a basse ed elevate temperature, sufficiente

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 54 di 174

tempo di presa. I prodotti dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L. Dovrà in ogni caso essere preventivamente verificata la piena compatibilità del prodotto con i materiali e le superfici esistenti.

Si dovranno confezionare miscelando adatti inerti, con le resine sintetiche ed i relativi indurenti.

Si potrà in fase di intervento variane la fluidità regolandola in funzione del tipo di operazione da effettuarsi relativamente al tipo di materiale.

Per la preparazione e l'applicazione dei conglomerati ci si dovrà strettamente attenere alle schede tecniche dei produttori, che dovranno altresì fornire tutte le specifiche relative allo stoccaggio, al tipo di materiale, ai mezzi da utilizzarsi per l'impasto e la miscelazione, alle temperature ottimali di utilizzo e di applicazione. Sarà sempre opportuno dotarsi di idonei macchinari esclusivamente dedicati a tali tipi di prodotti (betoniere, mescolatrici, attrezzi in genere) Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resine e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione alle specifiche del produttore. Resta in ogni caso assolutamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità di indurente.

Si dovrà comunque operare possibilmente con le migliori condizioni atmosferiche, applicando il conglomerato preferibilmente con temperature dai 12 ai 20°C, umidità relativa del 40-60%, evitando l'esposizione al sole.

Materiali e superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere asciutti ed opportunamente preparati tramite accurata pulitura.

L'applicazione delle miscele dovrà sempre essere effettuata nel pieno rispetto delle norme sulla salute e salvaguardia degli operatori.

2.16 CASSEFORME DA C.A.

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate (coerenti con le tolleranze richieste per i manufatti), avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30° deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 55 di 174

Per la realizzazione dei getti in calcestruzzo con finitura “faccia a vista” è previsto l’impiego di diversi sistemi di casseforme, così come specificato negli elaborati grafici di progetto e descritto nei paragrafi seguenti.

In ogni caso, tutte le caratteristiche dei componenti del sistema di casseforme scelto dall’Appaltatore (tipologia dei pannelli con particolare riferimento ai materiali costituenti ed alla finitura delle loro superficie, tolleranza nei giunti tra i pannelli, travi e traversi di contrasto, tiranti, disarmante impiegato) dovranno essere sottoposte all’approvazione della Direzione dei Lavori prima dell’approvvigionamento dei materiali e comunque prima dell’inizio delle operazioni di casseratura.

Una volta ottenuta questa approvazione, l’Appaltatore dovrà fornire i disegni costruttivi delle casseforme e dei sistemi di vincolo delle stesse e la relazione di calcolo firmata da un tecnico abilitato ed il piano dei getti, con l’indicazione dettagliata delle fasi e delle metodologie che intende seguire per la realizzazione del getto delle strutture in calcestruzzo armato.

2.16.1 Casserature normali

Sono impiegati in generale ove non diversamente indicato.

I casseri dovranno essere eseguiti con legname o con pannelli metallici, o di legno con superfici indurite da materiali plastici o resine fenoliche e devono fornire al calcestruzzo superficie esterna con classificazione C1, per alcune opere sono richieste forme particolari da eseguirsi in lamiera.

Le casserature dovranno essere a tenuta per evitare perdite di boiaccia.

L’armatura di sostegno dei casseri dovrà essere costruita in maniera tale da non agire in modo staticamente scorretto sulle strutture sottostanti ed in modo da permettere il ritiro del calcestruzzo ed un facile disarmo.

Le casserature dovranno essere dimensionate altresì per sopportare correttamente le sollecitazioni dovute alla vibrazione del getto.

Le responsabilità della corretta costruzione dei casseri e della idoneità statica delle eventuali strutture di sostegno degli stessi sono totalmente a carico dell’Appaltatore.

In mancanza di diverse prescrizioni sui disegni esecutivi, i casseri delle travature dovranno presentare monte pari a $L/500$ (L = luce fra gli appoggi).

Nei casseri dovranno essere predisposte le forme per tutte le forature previste nei disegni delle strutture e in quelle degli impianti nonché le predisposizioni per il fissaggio di profili di ogni tipo e piastre di ancoraggio.

Anche se nei disegni non sono indicati smussi dei diedri delle strutture, questi devono comunque essere eseguiti, a 45° con lati di $10 \div 15$ mm.

Non è ammesso sulla superficie del calcestruzzo, l’affioramento dei ferri o fili di ferro usati per il sostegno o sbadacchiatura dei casseri.

I tubi in plastica usati per distanziare le casserature dovranno essere di piccole dimensioni, disposti secondo indicazioni riportate sui particolari costruttivi ed essere muniti di terminali conici da rimuovere dopo il getto.

In difetto di tale indicazione si curerà la simmetria o altro schema, comunque approvato preventivamente dalla Direzione Lavori.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 56 di 174

A disarmo avvenuto i fori di tali distanziatori dovranno essere sigillati con miscela di resina epossidica e sabbia quarzifera, salvo diverse disposizioni indicate sui particolari costruttivi.

L'uso di prodotti per facilitare il disarmo dovrà essere autorizzato dal Direttore dei Lavori.

I casseri verranno rimossi sotto l'intera responsabilità dell'impresa, previo controllo della resistenza minima richiesta per il getto in questa fase, secondo le norme di legge.

2.17 MATERIALE PER RINTERRI

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le strutture di fondazione, o per qualsiasi riempimento adiacente alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Ad insindacabile discrezione della Direzione Lavori, qualora dall'indagine ambientale e dalla classificazione dei materiali (eseguite ai sensi dell'art. 186 del D.Lgs. n.152/2006, e delle vigenti norme/delibere regionali) il materiale scavato in situ risultasse idoneo, lo stesso potrà essere impiegato per i rinterri, previa temporaneo stoccaggio in un'idonea area di cantiere e previa depurazione da elementi estranei quali porzioni di strutture demolite, elementi in acciaio e quant'altro eventualmente specificato dalla Direzione dei Lavori.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi o altri mezzi meccanici non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno essere depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese poi, e trasportate con sistema riconosciuto idoneo allo scopo dalla Direzione dei Lavori, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

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.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 57 di 174

3 NORME DI ESECUZIONE

3.1 GENERALITÀ

Tutti i lavori, realizzati secondo le migliori regole dell'arte e con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione, dovranno avere forme, dimensioni e grado di lavorazione conforme a quanto prescritto nel presente Capitolato e negli elaborati di progetto. In ogni caso, siano o meno date nel presente Capitolato le norme speciali per l'esecuzione di un lavoro, l'Appaltatore è tenuto a conformarsi a tutte le disposizioni impartite in merito dalla Direzione dei Lavori, potendo queste essere date sia precedentemente che contestualmente all'esecuzione dei lavori.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle schede tecniche indicate dal fornitore dei materiali/opere. In caso di difformità tra indicazioni delle schede tecniche e le prescrizioni di progetto l'Appaltatore, prima di procedere con l'esecuzione delle opere, dovrà tempestivamente avvisare la Direzione dei Lavori al fine di valutare il tipo di intervento più idoneo. Prima di procedere con l'esecuzione delle opere dovrà altresì essere cura dell'Impresa chiarire con la D.L. qualunque dubbio o possibilità di fraintendimento in merito all'interpretazione degli elaborati di progetto.

È comunque facoltà della stessa Direzione dei Lavori rifiutare i lavori non eseguiti in conformità al contratto o nel rispetto degli ordini impartiti all'Appaltatore o comunque eseguiti non a regola d'arte; in tal caso l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue complete spese, alla demolizione e/o ricostruzione di quelle opere o parti di opere che, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, fossero inaccettabili.

Di seguito si riportano le specifiche prescrizioni per ogni categoria di lavoro.

3.2 INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO/CONSOLIDAMENTO

Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione su manufatti di particolare interesse storico-artistico, l'Appaltatore, se previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L., sarà tenuto ad effettuare su di essi tutte quelle operazioni che, finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti lo stato di conservazione o i loro processi di alterazione e di degrado, possano consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deperimento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci. La diagnosi sarà effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". Il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il suo diretto controllo e secondo le modalità descritte nelle Raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'Istituto Centrale del Restauro (Roma 1980).

Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi, non arrecando danno alcuno alle antiche strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 58 di 174

luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata una perfetta pulizia, rimuovendo qualsiasi residuo di lavorazione.

I rilievi e le indagini, ordinati ai fini diagnostici, saranno eseguiti ricorrendo a specifiche apparecchiature le cui dimensioni e la cui maneggevolezza, unitamente all'innocuità dei principi fisici di funzionamento, possano garantire la conservazione dell'integrità fisica dell'oggetto indagato e fornire, nel contempo, risultati a livello qualitativo e quantitativo non ottenibili mediante l'uso di attrezzature di tipo tradizionale.

La scelta delle finalità, delle modalità dei sistemi e degli attrezzi più adatti al singolo caso, se non specificato negli elaborati di progetto, sarà effettuata dietro insindacabile giudizio della D.L. e specifica autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. In ogni caso sarà data preferenza a quei sistemi che siano in grado di consentire la massima rapidità di rilievo, la più completa globalità d'informazione e la maggiore semplicità di restituzione analitica dei dati.

Le metodologie d'intervento saranno quelle previste dagli elaborati di progetto prescritte dalla D.L. in quanto più idonee alla natura del materiale, al tipo dei prodotti di alterazione ed alle dimensioni degli stessi campioni.

Prima di procedere alle lavorazioni previste dal progetto l'Impresa dovrà verificare e documentare fotograficamente l'effettivo stato di conservazione e la consistenza del manufatto attraverso una ispezione completa effettuata preliminarmente attraverso analisi visiva integrata da semplici verifiche manuali e/o non richiedenti attrezzature specialistiche (es. battitura; verifica di inclinazioni mediante filo a piombo; verifiche di spessori e dimensioni; esecuzione di saggi con trapano; smontaggio e rimontaggio di conci in pietra per verificare la consistenza dei nuclei della muratura).

Ove richiesto le informazioni raccolte dovranno essere messe a disposizione della D.L. attraverso restituzione grafica e/o fotografica di quanto rilevato.

Tali indagini preliminari verranno eventualmente integrate da indagini specialistiche concordate con la D.L.

Tali verifiche in genere verranno condotte dopo il montaggio dei ponteggi, la pulizia e gli eventuali smontaggi/demolizioni previsti dal progetto (es. demolizioni di rifodere, rimozione del manto di copertura ecc..).

3.2.1 Tracciamenti e verifiche dimensionali

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la Direzione Lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento e le verifiche dimensionali a mezzo di picchetti, fili fissi, sagome, ecc. sottoponendoli alla Direzione Lavori per il controllo e solo dopo l'assenso di questa potrà darsi l'inizio alle opere relative.

L'impresa dovrà verificare la presenza di eventuali spancamenti, fuori piombo e fuori squadra; segnalarli alla D.L. e, in accordo con questa, prevedere tutti gli opportuni accorgimenti atti ad adattare le opere di progetto alle particolari situazioni rilevate nel corso delle verifiche dimensionali.

Dovranno inoltre essere preliminarmente valutate tutte le eventuali problematiche legate alle possibili interferenze tra sistemi di opere strutturali, architettoniche ed impiantistiche segnalandole con congruo anticipo alla D.L. al fine di poter predisporre gli idonei aggiustamenti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 59 di 174

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per la messa in opera di riferimenti, per materiali e mezzi d'opera ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

3.2.2 Rilievi

I rilievi topografici strumentali, consistenti nella lettura e nella rappresentazione dell'oggetto in funzione delle specifiche finalità operative, saranno effettuati ricorrendo ad apposite strumentazioni elettroniche e consegnati, nella scala richiesta, previa registrazione, calcolo e restituzione computerizzata o manuale dei dati di rilievo ed integrazione della griglia dei punti base; il tutto dovrà essere supportato da un'idonea veste grafica e da rilievo fotografico.

I rilievi ed i controlli strumentali dei dissesti consisteranno nella posa in opera, secondo le modalità disposte negli elaborati di progetto, del numero prescritto di fessurimetri a lettura diretta (con risoluzione in genere non superiore a 10 μ m), di microdime a lettura analogica, di rilevatori ultrasonici o di sonde televisive.

Le letture saranno elaborate e registrate con le modalità tipiche del sistema adottato e consegnate con idonee restituzioni grafiche.

I rilievi fotogrammetrici, ove richiesti, verranno effettuati mediante riprese eseguite con apposite apparecchiature laser scan 3D sulla base di una rete di capisaldi e punti di appoggio determinata mediante rilievi topografici. I rilievi, una volta eseguiti, saranno rielaborati in modo da evidenziare, anche con l'ausilio della grafica manuale, la diversificazione tipologica o la caratterizzazione superficiale dei materiali. Nei lavori di rilievo fotogrammetrico saranno comprese l'elaborazione dei dati, la restituzione grafico-analitica e la formazione di una scheda analitica tipo dell'oggetto indagato.

3.2.2.1 Mappatura delle strutture lignee

Nel caso di interventi che prevedono il restauro e recupero di strutture lignee si intende a carico dell'impresa l'indagine diagnostica su elementi strutturali lignei condotta mediante:

- rilievo geometrico ed ispezione visiva e strumentale (es. battitura, indagini resistografiche ed esecuzione di saggi) con mappatura del degrado;
- identificazione della specie legnosa e classificazione secondo la qualità resistente (Normativa di riferimento: UNI11119);
- rilievo e verifica dell'efficienza delle connessioni;

Le indagini dovranno essere eseguite a cura di tecnici specializzati di comprovata esperienza, previa pulizia degli elementi lignei oggetto di indagine.

I risultati delle indagini verranno inseriti in appositi elaborati grafici con indicazione delle sezioni resistenti, della specie legnosa e della classe di resistenza delle membrature lignee.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 60 di 174

Tali elaborati, in formato cartaceo e digitale vettoriale editabile (es. files Autocad o formato compatibile) dovranno essere messi a disposizione della D.L. con un congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni.

3.2.3 Indagini Specialistiche

Generalità

Le indagini specialistiche saranno eseguite a cura di laboratorio di diagnostica con assistenza da parte dell'Impresa Appaltatrice.

Sarà onere e cura dell'Impresa consentire l'allacciamento all'impianto idrico ed elettrico di cantiere, fornire eventuale assistenza nel corso dell'esecuzione delle indagini, provvedere alla fornitura e messa in opera di tutte le opere provvisorie (es. teli protettivi, catini di raccolta dei liquidi, ecc.) necessarie alla protezione dei manufatti storico-artistici dalla polvere o dalle colature di liquido provenienti dai carotaggi, eseguire la pulizia dei luoghi ad indagini ultimate.

L'esecuzione da parte dell'Impresa di opere di restauro non ancora autorizzate dalla D.L. in attesa dell'esecuzione delle indagini specialistiche previste non dovrà costituire motivo di onere aggiuntivo per l'Ente Appaltante nel caso in cui si dovesse rendere necessario, a seguito dell'esecuzione delle indagini stesse, procedere alla ripresa o al parziale rifacimento degli interventi di restauro eseguiti.

3.2.3.1 Carotaggi

I campioni occorrenti per le indagini conoscitive sulle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche delle murature saranno prelevati mediante il prescritto numero di carotaggi. Le carotatrici, in base al tipo di applicazione, dovranno essere fornite di punte diamantate con raffreddamento ad acqua o al widia con raffreddamento ad aria. La perforazione dovrà essere effettuata esclusivamente a rotazione con diametro scelto, ad insindacabile giudizio della D.L., della dimensione idonea ad ottenere una corretta valutazione dello specifico materiale indagato. Una volta estratte, le carote saranno ordinate e catalogate in apposite cassette di stoccaggio; la sezione perforata verrà sigillata con conglomerato/malta a base di calce idraulica naturale avente adeguata resistenza e il paramento murario sarà risarcito utilizzando la sezione esterna della carota estratta avendo cura di sigillare con la malta di resina e detrito di perforazione. Ove necessario si procederà alla perfetta pulizia del foro ed alla successiva ispezione con endoscopio registrando i dati su formato digitale.

3.2.3.2 Martinetti piatti

Adoperati in singolo o accoppiati al fine di determinare "in situ" le caratteristiche meccaniche delle murature, sarà effettuato all'interno di appositi tagli predisposti in corrispondenza dei ricorsi delle malte; l'Appaltatore, alla fine dei rilevamenti, avrà l'obbligo di ripristinare le parti di muratura sottoposte a prove mediante scuci-cuci, costipamento del taglio con malta a base di calce idraulica naturale avente adeguata resistenza, rifacimento dell'intonaco eventualmente asportato, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori.

Il tipo di martinetto da utilizzare verrà scelto in funzione della tipologia muraria. In particolare per murature in pietra con corsi non regolari dovranno essere utilizzati martinetti semiovali (dimensioni larghezza/profondità

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 61 di 174

circa 35x26 cm) inseriti in tagli praticati con troncatrice idraulica con dischi diamantati a trasmissione eccentrica, mentre per muratura in mattoni potranno essere utilizzati martinetti rettangolari. L'utilizzo di martinetti semicircolari potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori in situazioni particolari (es. elementi molto sollecitati). Il taglio nella muratura verrà realizzato lungo un corso di malta o un giunto tra due pietre, impiegando l'attrezzatura di taglio scelta in funzione della forma del martinetto utilizzato.

Le caratteristiche dei martinetti dovranno in ogni caso essere concordate preventivamente con la Direzione Lavori.

3.2.3.3 Analisi mineralogico-petrografiche

Tese ad individuare i tipi litologici, le disomogeneità delle strutture, le faune e gli stadi del degrado o le caratteristiche peculiari dei prodotti da utilizzare per il consolidamento e la protezione o dei prodotti di reazione già utilizzati sulla pietra, potranno essere condotte mediante l'utilizzo della microspia elettronica a scansione, della spettroscopia, dei raggi X o delle onde elastiche ed ultrasuoni; ciascuna specifica richiesta dovrà essere eseguita e documentata con tabulati, diagrammi, mappe e documenti fotografici ritenuti dalla D.L. più adatti alla caratterizzazione petrografica dei tipi lapidei e all'individuazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei campioni estratti.

3.2.3.4 Caratterizzazione chimico fisica-mineralogica e analisi biologica

La caratterizzazione chimico fisica-mineralogica e l'analisi biologica dei materiali lapidei, degli intonaci, delle superfici affrescate o dipinte e degli stessi prodotti di alterazione dovranno essere eseguite ricorrendo ad analisi chimiche, fisiche e mineralogiche, ad indagini riflettografiche, a foto a macrofoto a luce redente, per un'esatta determinazione dei componenti elementari e delle sostanze inquinanti del materiale indagato.

3.2.3.5 Indagini geognostiche

Nell'esecuzione delle indagini geognostiche dovranno essere previsti (a carico dell'impresa):

- formazione e manutenzione delle vie di accesso con segnalazione delle zone occupate dalle attrezzature ed eventuale protezione delle pavimentazioni e posa di schermature al fine di evitare danneggiamenti (es. mediante tavolati e/o altri dispositivi concordati con la DL);
- ricerca dei sottoservizi;
- espletamento di tutte le pratiche legali e tecnico-amministrative e ottenimento della libera disponibilità delle aree da occupare per le indagini;
- esecuzioni di eventuali prefori;
- il ripristino finale dello stato dei luoghi (con particolare riferimento a pavimentazioni, tappeti erbosi ecc.).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 62 di 174

3.3 TRACCIAMENTI PER OPERE DI NUOVA REALIZZAZIONE

Prima di porre mano ai lavori, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro ed un rilievo planoaltimetrico di tutte le opere, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei rilevati, in base alla larghezza delle banche, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle eventuali cunette, ecc., le dimensioni delle nuove opere, il tutto come riportato nelle tavole di progetto, anche al fine di produrre i disegni costruttivi del lavoro.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà 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 quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Oltre ai lavori in terra, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento delle opere d'arte previste in progetto, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

3.4 CONTROLLI E PROVE DI CARICO SULLE STRUTTURE REALIZZATE

I controlli e le prove di carico sulle strutture realizzate dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008 e s.m.i..

Ulteriori prove potranno essere richieste ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e del Collaudatore.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore e/o dalla Direzione dei Lavori, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico e quello sperimentale. I materiali degli elementi sottoposti a collaudo dovranno aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese, dovrà essere sottoposto alla Direzione dei Lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista ed all'Appaltatore.

Le prove di carico dovranno essere svolte con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assumerà la piena responsabilità mentre, per quanto riguarda la loro materiale attuazione, ne sarà responsabile la Direzione dei Lavori.

In relazione al tipo di struttura ed alla natura dei carichi, le prove potranno essere convenientemente protratte nel tempo, ovvero ripetute su più cicli.

Le prove statiche, a giudizio del Collaudatore e in relazione all'importanza dell'opera potranno essere integrate da prove dinamiche e prove a rottura su elementi strutturali.

I controlli di accettazione sui materiali ad uso strutturale previsti ai sensi del D.M. 81/2008 saranno disposti dalla D.L. ed eseguiti a cura e spese dell'Impresa presso laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 20 della legge n°1086 del 5/11/1971 e della Circ. Min. LL.PP. n°346/STC Prot. 346/STC del 14/12/1999 e, per materiali non previsti nelle citate norme, in Laboratori ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 63 di 174

Ove non diversamente specificato, tutte le spese per i controlli e per le prove di carico saranno invece compensate secondo quanto previsto dell'Art. 167 del Regolamento LL.PP. 207/2010, commi 7 e 8:

7. 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. 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.

8. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'esecutore.

3.5 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori nelle varie fasi dovranno essere accuratamente documentati mediante rilievi fotografici e, ove necessario o richiesto dalla D.L., grafici.

La documentazione fotografica degli interventi dovrà essere catalogata in funzione della zona, della data di intervento e della categoria dell'opera/lavorazione e verrà messa a disposizione del Committente, del D.L. e del Collaudatore.

Al termine dei lavori l'impresa esecutrice dovrà inoltre redigere gli elaborati grafici che descrivono l'opera come è stata effettivamente costruita, a seguito di modifiche progettuali e di adattamenti in corso d'opera ("as built"). Tali elaborati, sottoscritti dall'impresa, dovranno essere consegnati in formato cartaceo ed in formato digitale (con files sia in formato tipo .PDF che in formato vettoriale compatibile tipo AutoCAD).

Si avrà particolare cura nel presentare le parti delle opere e dei rinforzi strutturali che non risulteranno in vista (es. legature inserite a scomparsa entro le murature) al fine di rendere possibile la loro perfetta localizzazione.

3.6 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

3.6.1 Lavorazioni preliminari

Preliminarmente alle lavorazioni l'Appaltatore dovrà provvedere, esclusivamente a propria cura e spese, ad acquisire informazioni certe presso i vari Enti preposti, circa la presenza e la posizione di impianti e sottoservizi non visibili (Telecom, Enel, ecc.).

Interferenze con pubblici servizi

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere), saranno a carico del Committente esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 64 di 174

Qualunque danno arrecato ad impianti deve essere immediatamente riparato a cura e spese dell'Appaltatore, esonerando il Committente da qualsiasi eventuale responsabilità.

L'Appaltatore, prima di procedere alle successive lavorazioni del terreno, dovrà provvedere a proprie spese all'abbattimento di eventuali piante, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie ed allo spietramento superficiale.

Per tutte quelle lavorazioni compensate "a misura", sia prima dell'inizio delle lavorazioni che alla fine delle lavorazioni stesse, l'Appaltatore dovrà provvedere, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori ed esclusivamente a propria cura e spese, al rilievo plano-altimetrico dell'intera area che sarà soggetta a movimenti di terra, rilevando almeno una sezione verticale ogni 5 m o comunque secondo le modalità ritenute più idonee dalla D.L. in funzione delle caratteristiche dello scavo da eseguire.

I picchetti eventualmente posizionati prima di dare inizio agli scavi potranno essere rimossi solo previa autorizzazione della D.L.

3.6.2 Norme generali

I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori saranno DM 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni. 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/o geotecnica di cui al DM 14 gennaio sopra citato, e all'art. 59 del DPR 6.6.2001 n380, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L. e dalla Soprintendenza. Per gli accertamenti relativi alla natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire, a spese dell'Impresa, dalla Direzione dei Lavori presso Laboratori ufficiali di sua scelta.

Qualora i lavori si sviluppino in prossimità di edifici, e quando si possa presumere che lo scavo risulti pericoloso per la loro stabilità, gli scavi dovranno essere preceduti da un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne la natura, consistenza e profondità.

Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che la Direzione dei Lavori avrà facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Appaltatore ogni onere proprio di tali generi di lavori, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Gli scavi dovranno essere eseguiti adottando tutte le cautele atte a prevenire qualsiasi disturbo ai manufatti e strutture murarie esistenti, prevedendo se necessario l'esecuzione per fasi successive e le opportune opere di puntellazione.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti, franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti. L'utilizzo del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 65 di 174

personale all'interno dell'area di scavo sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm, munito di tavola fermapiede minima di 20 cm, luce tra tavola superiore e fermapiede massimo 60 cm; nel caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola fermapiede potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa; nelle opere di sbancamento sarà necessario predisporre la protezione quando lo scavo dovesse superare i 200 cm, mentre nelle trincee dovrà essere predisposta la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.

Gli accertamenti relativi alla natura, al grado di costipamento ed al contenuto di umidità delle terre dovranno essere svolti, a cura e spese dell'Appaltatore, su indicazione e presso Laboratori ufficiali scelti dalla Direzione dei Lavori. Ciò al fine di determinare le possibilità e modalità d'impiego delle terre.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le norme CNR-UNI 10006, Tabella 1.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare ed adeguare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo con le altre opere previste, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Materiali provenienti dagli scavi

La gestione delle terre e rocce da scavo dovrà avvenire conformemente a quanto prescritto dal D.Lgs. n°152 del 03/04/2006 e s.m.i. e dal D.G.R.V. n°2424 del 08/08/2008 e s.m.i. e, per quanto riguarda i materiali da portare in discarica, al DM 03/08/2006.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà del Committente. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei ed approvati dalla Direzione dei Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è stabilito il prezzo di Elenco per materiali provenienti dagli scavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere in seguito riutilizzate a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie. Sarà, oltremodo, vietato costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano necessari, per le particolari condizioni di lavoro sarà obbligatorio provvedere alle necessarie puntellature che dovranno presentare un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.

Il trasporto in accumulo e/o lo spandimento in aree indicate dalla Direzione dei Lavori, incluso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 66 di 174

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno coltivato, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi. Di norma il deposito sarà effettuato in prossimità degli scavi all'interno del cantiere, in modo, tuttavia, da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico e l'attività delle maestranze dell'Appaltatore.

Quando il deposito non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e quindi avviato, senza deposito intermedio, ai rinterri.

Solo se, per qualsiasi motivo, non sia possibile né il deposito, né l'immediato reimpiego, sarà ammesso il provvisorio accumulo dei materiali, da impiegarsi nei rinterri, nelle località che saranno prescritte, o comunque accettate, dalla Direzione dei Lavori.

In tutti i casi, i materiali eccedenti, e quelli che non siano impiegabili nei rinterri, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto, all'atto dello scavo, e sparsi nelle aree indicate dalla Direzione dei Lavori o avviati a discarica senza deposito intermedio, con a carico dell'Appaltatore ogni onere conseguente.

Oltre agli obblighi particolari sopra citati, con i prezzi di elenco relativi ai vari generi di scavi l'Impresa deve ritenersi compensata anche per i seguenti oneri:

- taglio e scavo, con qualsiasi mezzo, delle materie sia asciutte che bagnate e di qualsiasi consistenza (anche in roccia compatta);
- allontanamento, deflusso o deviazione delle acque superficiali (o piovane) e delle acque freatiche o di falda;
- estirpazione totale con trasporto a discarica di piante e arbusti di qualsiasi genere, e relative radici, nonché riempimento delle buche formate in dipendenza di tali operazioni, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato;
- interrimento di preesistenti fossi, previa espurgazione a rifiuto della fanghiglia di fondo;
- puntellature delle pareti e successivo disarmo;
- perdite parziali o totali di legnami o dei ferri;
- eventuali impalcature, ponti o quanto necessario per il paleggiamento e trasporto dei materiali;
- se non esplicitamente compensati nel computo di progetto, si intendono a carico dell'impresa e compensati tutti gli oneri legati al rilevamento, protezione nel corso degli scavi ed eventuale spostamento di sottoservizi;
- ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

3.6.3 Scavi di splanteamento e sbancamento

Per scavi a sezione aperta o sbancamento andanti s'intenderanno quelli necessari per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, 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.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 67 di 174

e, più in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove si renderà possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

Questa categoria di scavi andrà eseguita con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgenza di danni nelle strutture murarie adiacenti.

In questa categoria di scavi, se eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco dovranno avere un'inclinazione ed un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, (si veda tabella in calce all'articolo) da contrastare possibili franamenti e secondo quanto indicato nei disegni di progetto.

Allorché la parete del fronte d'attacco dovesse superare il 150 cm di altezza sarà interdetto lo scavo manuale per scalzamento alla base al fine di evitare il possibile crollo della parete. Nel caso in cui non sia possibile intervenire con mezzi meccanici si adotterà la procedura di scavo con il sistema a gradoni. In ogni caso i lavoratori dovranno essere debitamente distanziati tra loro, sia in senso orizzontale, sia verticale, così da non potersi ferire con, l'attrezzatura utilizzata e con il materiale di scavo.

Nel caso d'utilizzo di mezzi meccanici dovrà essere interdetta la presenza del personale nella zona interessata dal raggio d'azione, nonché sul ciglio ed alla base della parete d'attacco, in quanto aree a rischio di franamenti.

I profili delle pareti di scavo andranno debitamente controllati al fine di rimuovere gli eventuali massi affioranti ed i blocchi di terreno instabili eliminando, in questo modo, possibile rischio di caduta di materiale dall'alto.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni, di qualsiasi natura, senza che l'Appaltatore possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Appaltatore dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il piano di sbancamento definitivo dovrà essere perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

Sono compresi e compensati nel prezzo gli oneri per l'estirpazione di ceppaie di qualunque numero e dimensioni, ovvero la demolizione e la rimozione di eventuali trovanti lapidei, le eventuali sbadacchiature, l'aggettamento di eventuali acque filtranti, il carico, l'accumulo e la regolarizzazione dei depositi del terreno di scavo nell'area di cantiere, l'onere per l'eventuale successivo spandimento con mezzi meccanici nell'area indicata dalla Direzione dei Lavori ed ogni altro onere per dare il lavoro eseguito a regola d'arte.

DENOMINAZIONE TERRE	ANGOLO LIMITE DI STABILITÀ		
	ASCIUTTO	UMIDO	BAGNATO
Rocce dure	80÷85°	80÷85°	80÷85°
Rocce tenere o fessurate, tufo	50÷55°	45÷50°	40÷45°
Pietrame	45÷50°	40÷45°	35÷40°

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 68 di 174

Ghiaia	35÷45°	30÷40°	25÷35°
Sabbia grossa (non argillosa)	30÷35°	30÷35°	25÷30°
Sabbia fine (non argillosa)	25÷30°	30÷40°	20÷30°
Sabbia fine (argillosa)	30÷40°	30÷40°	10÷25°
Terra vegetale	35÷45°	30÷40°	20÷30°
Argilla, marne (terra argillosa)	40÷50°	30÷40°	10÷30°
Terre forti	45÷55°	35÷45°	25÷35°

3.6.4 Scavi a sezione obbligata

Per scavi a sezione obbligata si intendono quelli occorrenti per l'apertura a sezione aperta su superficie limitata, ma qualsiasi profondità, ove per l'allontanamento delle materie di scavo sia necessario il loro sollevamento con appositi mezzi (es. scavi incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione, scavi per dar luogo a drenaggi, condutture, fossi e cunette). Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla D.L. all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si troveranno indicate negli elaborati di progetto, saranno pertanto di semplice stima preliminare e potranno essere liberamente variate nella misura che la D.L. reputerà più conveniente. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal DM 14/01/2008 e s.m.i.

Gli scavi dovranno essere eseguiti impiegando i mezzi e le modalità previsti dal progetto e ritenuti più idonei allo stato dei luoghi e alla natura dei manufatti.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore deve provvedere, di sua iniziativa ed a sue cure e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

Per scavi eseguiti sotto il livello di falda si dovrà provvedere all'abbassamento della stessa.

Affinché le armature corrispondano per robustezza alle effettive necessità sarà consigliabile predeterminare la spinta del terreno, tenendo conto delle eventuali ulteriori sollecitazioni dovute sia al traffico veicolare, sia alla vicinanza di carichi di vario genere (gru, manufatti di vario genere ecc.), nonché delle eventuali infiltrazioni d'acqua (piogge, fiumi ecc.). Nel mettere in opera le armature provvisorie sarà opportuno tenere in considerazione che la massima pressione d'una parete di scavo si trasmetterà sulla sbadacchiatura

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 69 di 174

soprattutto nella zona mediana, dove questa dovrà, necessariamente, essere più robusta; inoltre, affinché sia efficace, le tavole andranno forzate contro il terreno avendo ben cura di riempire i vuoti.

Nel caso specifico di scavi di trincee (scavi a sezione obbligata e ristretta) nelle vicinanze di manufatti esistenti (ad es., per opere di drenaggio perimetrali) od in presenza ovvero vicinanza di terreni precedentemente scavati e, pertanto, meno compatti o, infine, in presenza di vibrazioni causate dal traffico di autoveicoli, ovverosia in tutti quei casi dove la consistenza del terreno non fornirà sufficiente garanzia di stabilità e compattezza, anche in funzione della pendenza delle pareti, sarà sempre obbligatorio (a partire da 150 cm di profondità o 120 cm nel caso il lavoratore dovesse operare in posizione chinata) predisporre, man mano che procederà lo scavo, adeguate opere di sbatacchiamento, così da eludere rischi di franamento e pericoli di seppellimento degli addetti alla procedura. L'esecuzione degli scavi a sezione obbligata può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi natura senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati in progetto, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Compiuta la muratura di fondazione e/o le opere previste, lo scavo dovrà essere diligentemente riempito e costipato (fermo restando l'autorizzazione della D.L.) con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante i rinterri).

L'Appaltatore dovrà provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

3.6.5 Scavi archeologici o con assistenza archeologica

I lavori di scavo archeologico dovranno essere eseguiti conformemente alle indicazioni della Soprintendenza ed alle norme scientifiche tenendo conto anche delle vigenti raccomandazioni dell'UNESCO. Con l'operazione di scavo (operazione irripetibile, irreversibile e solo molto limitatamente prevedibile) si rimuoverà il riempimento ammassatosi per strati sopra le vestigia antiche, togliendo questi strati nell'ordine inverso a quello in cui si sono sedimentati. Da qui la "necessità" di scavare con la massima consapevolezza, obiettività e rigore possibile, dato che ciò che sarà distrutto potrà essere "ricostruito" solo per mezzo della documentazione che sarà lasciata.

Lo scavo dovrà essere eseguito solo dopo aver accuratamente delimitato tutta l'area di cantiere, avere ottenuto tutte le autorizzazioni da parte dei competenti organi di tutela dei beni oggetto di scavo (Soprintendenza Archeologica) e solo dietro sorveglianza e guida del personale preposto ovvero del Direttore di Scavo. Dopo aver eventualmente ripulito dalla vegetazione e da eventuali riempimenti superficiali di cui si sia verificata la non utilità ai fini scientifici, anche nel caso in cui emergano dal suolo strutture murarie ben precise, potrà essere opportuno (tranne nei casi di trincee ovvero saggi di limitata estensione o ancora di scavi entro ambienti chiusi di modeste dimensioni quali cripte, tombe a camera ecc.) utilizzare una

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 70 di 174

delimitazione artificiale dell'area da scavare mediante un reticolo di maglie quadrate (quadratura del terreno) di dimensioni variabili a seconda dei casi. Nel caso in cui il sito lo permetta e se non diversamente specificato dalla D.L. o dal funzionario addetto alla tutela del bene, sarà preferibile eseguire uno scavo estensivo a scacchiera dei quadrati, piuttosto che piccoli interventi parziali, con i quali si potrà rischiare di perdere parte delle informazioni.

Gli scavi dovranno essere eseguiti, se non diversamente specificato dalla D.L. e/o dagli organi di tutela, rigorosamente a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato (presente negli appositi elenchi degli addetti di opere specialistiche) ed opportunamente attrezzato.

Le tecniche di scavo si dovranno differenziare in base al tipo di terreno, al tipo di ambiente circostante, alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti ovvero sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti così che non si verifichino inconvenienti ovvero danneggiamenti alle vestigia archeologiche o agli operatori addetti allo scavo. Dietro specifica indicazione della D.L. si potranno eseguire operazioni con differente grado di accuratezza nella vagliatura delle terre e nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, allocazione e cartellinatura di quanto trovato in appositi contenitori e/o cassette. A seconda della dimensione e consistenza dello strato asportato, il taglio della parete dovrà essere eseguito con il piccone o con la trowel; se conci lapidei, tegole, o altri materiali ovvero reperti (frammenti di ceramica, di vasellame metallico, utensili di vetro, ma anche ossa, resti vegetali ecc.) dovessero fuoriuscire dalla parete, dovranno obbligatoriamente essere lasciati al loro posto "tagliando" il terreno attorno ad essi al fine di evitare crolli. Le eventuali pareti in argilla non andranno levigate per poterne leggere la struttura, ma lavorate con la punta della trowel.

All'interno dell'area di pertinenza dello scavo dovrà, necessariamente, essere previsto un deposito (facilmente raggiungibile con le carrie) per la terra di risulta raccolta dallo scavo archeologico.

Avvertenze da seguire in ogni scavo

A prescindere dalle problematiche riscontrate in qualsivoglia scavo archeologico, le linee guida che dovranno, in ogni caso, essere seguite al fine di evitare la dispersione di elementi utili o l'insufficienza della documentazione saranno:

- identificazione dei singoli elementi della stratigrafia del terreno (unità stratigrafiche US), con conseguente asportazione, di ogni singolo strato, in senso cronologico inverso ovvero rimuovendo per primi i livelli che si sono depositati per ultimi, identificando ogni elemento estraneo, come buche, fossati, terrapieni ecc. i quali andranno scavati a parte;
- relazione cronologica tra le varie US e con le strutture edilizie;
- scrupoloso prelievo di tutti gli eventuali reperti contenuti nello strato e dei campioni per le analisi (utilizzando operazioni quali la setacciatura della terra e la flottazione) utili per la ricostruzione della storia; operazione da eseguire con l'accortezza di non mescolarli con quelli degli altri strati. I singoli elementi (strati, reperti, strutture ecc.) dovranno essere registrati su apposite schede via via che verranno messi in luce; contemporaneamente,

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 71 di 174

sarà necessario, annotare sul giornale di scavo le osservazioni generali, l'insieme delle operazioni seguite, eventuali ipotesi da verificare ecc.;

– accurata documentazione grafica (aggiornamenti giornalieri dello scavo) e fotografica del lavoro compiuto ovvero la documentazione di ogni singolo piano e di tutte le strutture murarie emergenti, così da garantire alla comunità la conoscenza e la verifica dei risultati.

Specifiche: nel compiere lo scavo di strutture murarie (sia nel caso di scavo archeologico programmato sia rinvenimenti occasionali) dovrà essere cura dell'appaltatore porre particolare attenzione ai rischi di danneggiamento delle strutture rinvenute; tra le classi di dissesto più ricorrenti potrà verificarsi:

- perdita di verticalità delle strutture murarie dovute alle differenze di materiale e di legante, all'apparecchio, al rovesciamento di cresta, allo slittamento al piede, alla spinta mediana, al cedimento di base;
- perdita di orizzontalità delle strutture murarie dovute a smembramento di muri con elementi di apparecchio di piccola taglia, cedimento di elementi di grande taglia;
- spostamento degli elementi lapidei per calpestio o lavorazione;
- erosione della terra;
- differenza di materiali lapidei;
- perdita di allineamento o giacitura delle strutture murarie;
- differenze di comportamento dei muri, sollecitazioni esterne;
- presenza di acque.

A carico dell'Appaltatore saranno tutte le assistenze quali la preventiva quadrettatura dell'area di scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei materiali in locali attrezzati.

Scavo con assistenza archeologica

Lo scavo alla presenza di un archeologo dovrà essere eseguito, al prezzo stabilito in Elenco Prezzi Unitari, ogniqualvolta questo sia ritenuto necessario dagli organi di tutela. Ogni intervento di scavo dovrà essere eseguito nel rispetto delle pause/sospensioni temporali di scavo dettate dall'archeologo stesso.

L'Appaltatore dovrà fornire l'assistenza all'archeologo in tutte le fasi di scavo, ad esclusione delle fasi di "scavo archeologico" eseguite conformemente alle indicazioni della Soprintendenza ed alle norme scientifiche tenendo conto anche delle vigenti raccomandazioni dell'UNESCO.

Nei prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi, anche ove non espressamente riportato, si intendono compresi e compensati l'assistenza all'archeologo, l'esecuzione degli scavi nel rispetto delle pause/sospensioni temporali dettate dall'archeologo stesso, le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dell'eventuale presenza di reperti archeologici di qualsiasi natura e complessità, e ogni altro onere necessario per dare i lavori finiti a regola d'arte.

Per le eventuali pause/sospensioni temporali dettate dall'archeologo o dall'intervento degli organi di tutela competenti, non sarà riconosciuto compenso alcuno all'Appaltatore, in quanto lo stesso si intende già remunerato dai prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 72 di 174

3.6.6 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo. Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Appaltatore procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Appaltatore eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Appaltatore dovrà dunque intendersi l'unico responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno essere eseguiti anche con pareti a scarpa, ove l'Appaltatore lo ritenga di sua convenienza. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogniquale si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Appaltatore dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto. L'Appaltatore sarà tenuto ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 73 di 174

3.6.7 Scavi di accertamento e ricognizione

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della Direzione dei Lavori, seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo verranno sempre rimossi a mano con la massima attenzione previa esecuzione di modesti sondaggi al fine di determinare la quota dei piani originali sottostanti (e delle loro eventuali pavimentazioni) in modo da evitare danni e rotture ai materiali che li compongono. Se non diversamente specificato dalla Direzione dei Lavori, le rimozioni dei materiali saranno eseguite a mano, senza l'ausilio di mezzi meccanici. In ogni caso l'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza di eventuali reperti in situ e, quindi, all'indagine preventiva. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempi differiti (ad es. per riempimenti) saranno depositate nell'ambito del cantiere, in luogo che non provochi intralci o danni.

3.6.8 Armature degli scavi – opere di sbadacchiamento

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, alla profondità da raggiungere, ai carichi gravanti ed alla metodologia di scavo. In ogni caso tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee eseguiti a mano si potranno distinguere quattro sistemi:

- a) con tavole verticali;
- b) con tavole orizzontali;
- c) con marciavanti;
- d) con pannelli prefabbricati.

L'armatura con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm) o metalliche poste verticalmente sarà, di norma, limitata a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiori ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbadacchiatura e la parte di cavo con idoneo materiale.

L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Quella a marciavanti sarà resa possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita od altrimenti dotata di punta ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale.

In alternativa a questi sistemi si potranno utilizzare idonei pannelli prefabbricati o, altrimenti, casseri metallici prefabbricati regolabili per mezzo di pistoncini idraulici o ad aria compressa. Entrambi questi sistemi, verranno calati all'interno dello scavo attraverso un apparecchio di sollevamento. Per scavi d'elevate profondità le armature saranno predisposte per essere montate sovrapposte.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 74 di 174

Quale che sia il sistema messo in opera l'armatura dovrà, obbligatoriamente, essere rimossa progressivamente e per modeste altezze in funzione all'avanzare delle opere definitive.

3.6.9 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti delle concavità e le murature, o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla D.L., saranno impiegati, in generale, ove possibile e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della D.L., per la formazione dei rilevati.

Quando verranno a mancare in tutto o in parte i materiali sopra descritti, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque si crederà opportuno, purché siano riconosciuti idonei da controlli eseguiti dalla D.L. È fatto obbligo all'Impresa di indicare alla Direzione dei Lavori le cave dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati/rinterri. La Direzione dei Lavori si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose vagliate con setacci medio-piccoli (prive di residui vegetali e sostanze organiche); resterà vietato in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento d'acqua si rammolliranno o si gonfieranno generando spinte. I materiali (nello spessore di circa 30 cm) dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità non inferiore al 95% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio (densità riferita alla densità massima secca AASHTO modificato).

Nella formazione di suddetti riempimenti dovrà essere usata ogni attenzione affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior 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. Ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente; lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla D.L. (in ogni caso non superiore ai 30 cm). Nel caso di compattazioni eseguite su aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari o manufatti in genere, si dovranno utilizzare, entro una distanza pari a 2 m da questi elementi, idonee piastre vibranti o rulli azionati a mano (in questo caso si dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso al fine di garantire una perfetta uniformità) con le accortezze necessarie a non degradare i manufatti già in opera. Ogni strato sarà costipato 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.

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 del manufatto (in area idonea prescelta

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 75 di 174

dalla D.L.) per essere riprese, poi, e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Sarà, inoltre, vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Nelle zone esterne il materiale dei rilevati/rinterri potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

Se nei rilevati/rinterri avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a tutte sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura/pavimentazione.

I rilevati si dovranno presentare, obbligatoriamente, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni dovrà essere preventivamente scorticata (ovverosia taglio d'eventuali piante, estirpazione delle radici, degli arbusti e completa asportazione del terreno vegetale circostante), ove occorra e, se inclinata, dovrà essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

3.7 DEMOLIZIONI; RIMOZIONI; DISGAGGI

3.7.1 Generalità

Prima di iniziare le demolizioni l'Appaltatore deve programmare modalità e successione dei lavori oltre ad individuare e predisporre le aree adibite a ricevere il materiale di risulta che dovrà essere successivamente inviato alle idonee discariche a cura e spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto ad adottare tutte le necessarie precauzioni e misure atte a prevenire infortuni alle persone e danni alle strutture adiacenti e deve, di conseguenza, porre in opera tutte le protezioni, sbadacchiature, rinforzi e puntelli necessari, oltre ad eseguire dei saggi per individuare il grado di collegamento dell'opera da demolire alle strutture perimetrali esistenti da conservare.

Si richiama inoltre la necessità di valutare attentamente il comportamento delle strutture durante i lavori, soprattutto con riferimento al loro stato di conservazione e di stabilità ed alle variate condizioni di sollecitazione e di vincolo.

Le demolizioni devono essere limitate alle parti e dimensioni prescritte nel progetto o comunque indicate dalla Direzione dei Lavori. Qualora, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero danneggiate altre parti o comunque oltrepassati i limiti fissati, le parti danneggiate o demolite vanno ricostruite a spese dell'Appaltatore.

Il materiale di risulta dovrà essere raccolto tutto e trasportato nelle idonee discariche a cura e spese dell'Appaltatore ripristinando le aree nelle condizioni precedenti alla demolizione.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 76 di 174

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Interventi di demolizione o sostituzione su manufatti storici

Per manufatti storici gli interventi di demolizione o sostituzione riguarderanno esclusivamente porzioni o sistemi strutturali che risultino del tutto irrecuperabili dopo attenta campagna di rilievo e diagnosi. Ovvero tutti quei sistemi e/o subsistemi non più in grado di assolvere la loro funzione statica, nemmeno mettendo in atto interventi consolidanti puntuali od estesi, in grado di lavorare in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi. Potrà essere ordinata la demolizione parziale di murature per la realizzazione di nuove aperture e/o la rimozione di tamponature in mattoni, pietre o c.a. di qualunque spessore realizzate in forature preesistenti.

Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti od elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Si utilizzeranno sempre e comunque a tal scopo, materiali e tecniche idonee, possibilmente asportabili e/o sostituibili, in contrasto per forma e/o tipologia e/o materiale col manufatto esistente, pertanto nettamente identificabili e riconoscibili.

Potranno inoltre essere richieste demolizioni, anche parziali e/o in breccia, per consentire l'esecuzione di nuove opere architettoniche ed impiantistiche. Tali interventi dovranno rispettare rigorosamente le indicazioni del progetto approvato dalla competente Soprintendenza, senza che vi siano apportate modifiche non autorizzate da parte dell'Impresa, e dovranno essere condotti adottando le tecniche, le modalità operative e le opere provvisorie più idonee a garantire la perfetta conservazione e salvaguardia delle porzioni del bene da conservare.

Tutte le pavimentazioni potranno eventualmente essere recuperate integralmente dietro specifiche indicazioni della D.L.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 77 di 174

Qualsiasi operazione sarà comunque da concordare preventivamente con la D.L. previa specifica autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

L'Impresa Appaltatrice non avrà diritto a chieder alcun maggiore compenso nel caso in cui, per procedere alla demolizione di manufatti rinvenuti nel corso dei lavori ed interferenti con la realizzazione delle opere, si dovesse rendere necessario acquisire preventivamente l'autorizzazione degli organi di tutela preposti.

Durante le operazioni di demolizione l'Impresa dovrà evitare vibrazioni e/o l'emissione di polveri che possano arrecare qualsiasi danno al manufatto ed a persone e cose circostanti.

A tale proposito si potrà prevedere (ove compatibile con le esigenze di conservazione) ad irrorare con acqua le murature ed i materiali di risulta e prevedendo in accordo con la D.L. eventuali ulteriori misure.

Le modalità di intervento e il tipo di attrezzatura impiegata dovranno essere preventivamente concordate con la D.L.

Nello smontaggio di murature e strutture lignee particolare cura dovrà essere adottata al fine di permettere il recupero di mattoni e di elementi lignei non degradati. Tali elementi verranno conservati all'interno dell'area di cantiere e tenuti a disposizione della DL per un eventuale riutilizzo anche parziale.

Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai, ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia di non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia di prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di eludere l'eventuale formazione di zone d'instabilità strutturale.

Sarà assolutamente interdetto: gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere, necessariamente, trasportati o meglio guidati a terra, utilizzando cestelli, montacarichi o attraverso idonei sistemi di canalizzazione (ad es. tubi modulari telescopici) la cui estremità inferiore non dovrà risultare ad altezza maggiore di 2 m dal livello del piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale, dovrà, inoltre, essere protetta al fine di evitare cadute accidentali di persone o cose. Ogni elemento del canale dovrà imboccare quello successivo e, gli eventuali raccordi, dovranno essere opportunamente rinforzati. Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti (ad es. la carpenteria lignea), dovrà essere calato a terra con idonei mezzi (gru, montacarichi ecc.).

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni.

Si dovrà, inoltre, provvedere alle opere di puntellamento eventualmente necessarie ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisorie) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non siano previste opere di rimozione.

Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza ai luoghi di transito o stazionamento,

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 78 di 174

le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione per le operazioni di carico e trasporto dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto.

Preliminarmente all'asportazione ovvero smontaggio di elementi da ricollocare in situ sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti.

Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, anche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero asportate altre parti od oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite, a cura e spese dell'Impresa, seguendo scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, "scalcinati", puliti (utilizzando tecniche indicate dalla D.L.), ordinati e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di PVC, e ben ventilato; sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente a contatto con il terreno interponendovi apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'appaltatore di impiegargli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno sempre essere trasportati (dall'appaltatore) fuori dal cantiere, in depositi indicati ovvero alle pubbliche discariche nel rispetto delle norme in materia di smaltimento delle macerie, di tutela dell'ambiente e di eventuale recupero e riciclaggio dei materiali stessi.

Per demolizioni di notevole estensione sarà obbligo predisporre un adeguato programma, da sottoporre all'approvazione della D.L. e del CSE nel quale verrà riportato l'ordine sia in termine di sequenza temporale che di suddivisione in successive zone di intervento delle varie operazioni.

Nella zona sottostante le demolizioni, rimozioni e disaggi deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

Le modalità di intervento e il tipo di attrezzatura impiegata dovranno essere preventivamente concordate con la D.L.

Ove presenti, dovranno sempre essere recepite e rispettate le indicazioni di dettaglio fornite dal progetto in merito alle fasi e alle modalità di demolizione/puntellazione

Sarà fatto tassativo divieto all'Impresa di procedere alla demolizione, anche parziale, di strutture e manufatti – anche interferenti con le lavorazioni – per i quali non sia stata preventivamente acquisita, in fase di approvazione del progetto esecutivo o in corso d'opera, l'esplicita autorizzazione da parte degli organi preposti alla tutela del bene.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 79 di 174

3.7.2 Demolizione di strutture murarie di fondazione

La demolizione parziale o totale di elementi di fondazione avverrà a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici (ad es. piccoli martelli pneumatici) in funzione del materiale, delle dimensioni, della tipologia e della sicurezza. Quando sarà possibile il manufatto da demolire dovrà essere reso agibile da ogni lato (avendo cura però di non scalzare l'intera struttura) mediante precedente scavo a sezione obbligata del terreno circostante preferibilmente eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli scavatori (per maggiori specifiche si rimanda a quanto indicato agli articoli specifici sugli scavi) e successive opere di sbadacchiature al fine di eludere eventuali frane. Le suddette sbadacchiature dovranno essere controllate periodicamente, specialmente in seguito a piogge o gelate, ed eventualmente incrementandole se necessario.

La procedura si attuerà dall'alto verso il basso (tenendo sempre ben presente il ruolo strutturale dell'elemento interessato e delle eventuali azioni di spinta, di contropinta o di contenimento che esso esercita rispetto ad altre strutture o al terreno) per modesti cantieri in senso longitudinale allorché il manufatto oggetto di intervento costituisca contrasto con il terreno, che non sia contemporaneamente o anteriormente rimosso. Precedentemente alla demolizione si renderà necessario costituire un presidio d'opere provvisoriali atte sia alla puntellazione delle eventuali strutture adiacenti o limitrofe, sia alla puntellazione del terreno; inoltre, per altezze superiori a 1,50 m, sarà opportuno costituire dei ponti di servizio indipendenti dall'opera da demolire.

3.7.3 Demolizione di strutture murarie

La demolizione delle murature, di qualsiasi genere esse siano, dovrà essere preceduta da opportuni saggi per verificare la tipologia ed il reale stato di conservazione. Gli operatori addetti alla procedura dovranno lavorare su ponti di servizio indipendenti dal manufatto in demolizione: non si potrà intervenire sopra l'elemento da demolire se non per altezze di possibile caduta inferiore ai 2 m. Nel caso di demolizioni di murature soprastanti al perimetro di solai o strutture a sbalzo sarà indispensabile attuare ogni cautela al fine di non innescare, di conseguenza alla diminuzione del grado d'incastro, eventuali cedimenti od improvvise cadute delle strutture (anche sotto carichi limitati o per solo peso proprio). Particolare attenzione dovrà essere fatta in presenza di tiranti annegati nella muratura oggetto di intervento; una loro involontaria rottura, o quantomeno lesione, potrebbe innescare fenomeni di dissesto non previsti in fase di progetto pertanto, in presenza di tali dispositivi, sarà opportuno operare con la massima cautela prevedendo le necessarie protezioni.

L'appaltatore prima di dare luogo alla demolizione di canne fumarie o di parti di muratura ove è probabile o nota la presenza di canne fumarie, deve accertarsi che tali manufatti non siano realizzati in amianto cemento. Qualora sussista tale probabilità in modo incerto saranno, a cura e spese dell'Appaltatore, prelevati ed esaminati campioni del materiale costituente. L'evidenza di un materiale contenente amianto compatto o friabile nella realizzazione o nella fasciatura delle canne fumarie deve prevedere notifica all'ente di controllo e avvio della procedura di sicurezza per la protezione dei lavoratori coinvolti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 80 di 174

La demolizione di murature contenenti canne fumarie può dare luogo allo scivolamento di macerie lungo il canale stesso oltre la quota più bassa di demolizione. Allo scopo di prevenire l'accadimento l'Appaltatore provvederà a chiudere le canne oggetto di demolizione alla quota più bassa prima dell'avvio della demolizione.

3.7.3.1 Demolizione di strutture portanti e/o collaboranti

Previa esecuzione di tutte le procedure preliminari (saggi, puntellamenti, opere di contraffortatura ecc.) al fine di individuare esattamente tutti gli elementi che saranno direttamente od indirettamente sostenuti dalle strutture portanti o collaboranti oggetto d'intervento (al fine di eludere crolli improvvisi e/o accidentali), la demolizione di setti murari portanti in mattoni pieni, in pietra o misti dovrà procedere dall'alto verso il basso per successivi cantieri orizzontali di estensione limitata (così da controllare l'avanzare dei lavori e le loro eventuali conseguenze nelle zone limitrofe); di norma i blocchi non dovrebbero superare i quattro mattoni od analoga dimensione, quando si tratta di pietre od altro materiale (circa 10-15 kg), così da consentire la rimozione e la manovrabilità diretta da parte del singolo operatore. La rimozione sarà preferibilmente eseguita manualmente con l'ausilio di mazzetta e scalpello (ovvero punta o raschino), oppure, se l'apparecchio presenta elevata compattezza, con scalpello meccanico leggero; solo in casi particolari, e sempre sotto prescrizione della D.L., si potrà utilizzare il piccone.

Altri metodi di demolizione dovranno essere previsti espressamente da progetto e/o concordati con la D.L.

3.7.3.2 Demolizione di tramezzature

La demolizione parziale e/o totale di tramezzature seguirà le modalità descritte per la procedura riguardante le strutture portanti e collaboranti; spesso, infatti, semplici tramezzi in mattoni pieni od anche forati apparentemente destinati a portare esclusivamente se stessi, si possono rilevare dei rompitratta, ovverosia l'inflessione (con la conseguente deformazione) della struttura lignea del solaio sovrastante potrebbe, di fatto, aver trasformato il tramezzo devolvendogli, almeno in parte, una funzione strutturale, spesso impreveduta, ma, in certe circostanze, essenziale alla stabilità del manufatto. Una demolizione arbitraria di un tramezzo di questo tipo potrebbe, pertanto, portare anche al collasso delle strutture orizzontali.

3.7.4 Smontaggio di strutture orizzontali

La demolizione delle strutture orizzontali dovrà essere eseguita mediante la realizzazione di ponti di lavoro e d'opere di protezione (teli, pannelli rigidi ecc.) per evitare sia la caduta di materiale, sia quella degli addetti ai lavori; procedendo con ordine si provvederà a rimuovere tutte le eventuali travature, cornici, profilati ecc.

La preparazione delle puntellature necessarie per sostenere le parti che dovranno restare in opera dovrà essere eseguita con particolare cura, così come tutti gli accorgimenti finalizzati ad evitare il deterioramento dei materiali riutilizzabili come, ad esempio, la chiusura accurata dei fori delle vecchie imposte non idonee per la nuova struttura; inoltre, si dovrà porre attenzione ad effettuare lo scarico immediato dei materiali di risulta evitando qualsiasi accumulo o caduta di materiali sugli orizzontamenti sottostanti. In presenza di tiranti

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 81 di 174

annegati nelle solette delle strutture orizzontali si seguiranno le disposizioni prescritte all'articolo sulla demolizione di strutture murarie.

La carpenteria lignea e metallica (travi, travetti e travicelli) dovrà essere sfilata dagli appoggi evitando di fare leva sulle murature mediante opportune disposizioni quali: puntellamenti, sospensioni (mediante utilizzo di idonei apparecchi di sollevamento o montacarichi) ed eventuale taglio a filo muro in corrispondenza dell'appoggio, lasciando le teste all'interno della muratura (successivamente si dovrà provvedere alla loro rimozione).

Particolare attenzione dovrà essere fatta nel caso di smontaggio di solai precedentemente consolidati come, ad esempio, travi munite di staffe metalliche di ancoraggio alla muratura perimetrale; in questo caso la trave, essendosi trasformata in catena, contribuisce direttamente alla stabilità dei setti murari; andrà, pertanto, evitato il semplice "sfilamento" delle travi dalle loro sedi al fine di evitare eventuali degradi irreparabili o dissesti imprevisti alle murature.

3.7.4.1 Demolizione di solai piani

Previo attenta verifica del sistema costruttivo, verranno rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e eventuali voltine. Nel caso non si dovessero rimuovere i travetti, sarà cura dell'Appaltatore predisporre idonei tavolati di sostegno per gli operai. Tutto il materiale giudicato recuperabile dalla D.L. resterà proprietà del committente e dovrà essere, pulito, ordinatamente stoccato e custodito a cura dell'Impresa Appaltatrice.

I travetti andranno sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature esistenti mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio dei travetti.

Le solette in cemento armato monolitiche, prive di una visibile orditura principale, dovranno preventivamente essere puntellate in modo da accertare la disposizione dei ferri di armatura.

L'Appaltatore dovrà inoltre evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

3.7.4.2 Smontaggio di strutture in aggetto

Lo smontaggio di parti a sbalzo (cornicioni di gronda, balconi, gradini ecc.) seguirà le procedure riguardanti i solai; occorre, tuttavia, precisare che l'eventuale demolizione di porzioni soprastanti il punto di incastro potrebbero diminuire il momento con la conseguente improvvisa caduta (per peso proprio) del manufatto a sbalzo. Per evitare tale fenomeno sarà indicato prevedere opportune opere di presidio degli elementi aggettanti, prima di procedere alla rimozione delle strutture soprastanti. Le unità originarie a sbalzo, o quelle che si dovessero trovare in questa situazione a causa di opere parziali di demolizione, dovranno essere celermente rimosse da posizioni instabili e/o pericolanti in altrettante collocazioni sicure e stabili.

3.7.4.3 Smontaggio di strutture voltate

Lo smontaggio delle strutture voltate si distinguerà in rapporto alla tipologia ed all'apparecchiatura della volta, alla natura del dissesto ed alle condizioni d'ambito. Previa esecuzione di "saggi di scoperta" (al fine di

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 82 di 174

ricavare le informazioni necessarie) e la messa in opera d'idonei puntellamenti (ad es. strutture provvisorie di centinatura) e sbadacchiature atte non solo ad agevolare l'operazione in oggetto ma anche a garantire la stabilità dei manufatti confinanti (in modo particolare dovrà essere posta molta attenzione a controbilanciare l'assenza di spinta esercitata dalla volta da "smontare" o demolire) si procederà alla demolizione della volta: per volte in laterizio in foglio a crociera, a vela o a padiglione la procedura di smontaggio dovrà iniziare, sempre, dalla chiave e seguire un andamento a spirale, così come nel caso di volte a botte con apparecchiatura a spina di pesce diritta o spina reale; mentre per le volte a botte, a botte con teste a padiglione, o a schifo con apparecchiature con filari longitudinali o trasversali si procederà per cantieri frontali avanzando dal centro verso le imposte.

L'Impresa dovrà in ogni caso rispettare tutte le prescrizioni operative indicate dal progetto o impartite in corso d'opera dalla D.L.

3.7.4.4 Smontaggio di collegamenti verticali

Lo smontaggio parziale o totale delle strutture di collegamento verticale seguirà le modalità precedentemente descritte agli articoli dei solai piani o delle strutture voltate nel caso di scale in muratura costruite su strutture di sostegno a volta, fermo restando che dovrà sempre essere coperta la stabilità complessiva utilizzando, eventualmente, opere di puntellamento. Una specifica propria delle scale riguarda i gradini a sbalzo i quali, se non adeguatamente puntellati, non potranno essere utilizzati come piano di lavoro, quando sia in atto la demolizione dei muri sovrastanti l'incastro (si veda la demolizione di strutture murarie). Le scale, come del resto gli altri orizzontamenti, non dovranno essere, in ogni caso, caricate con materiali di risulta.

3.7.4.5 Smontaggio di manti e strutture di copertura

Fatte salve le generalità di cui sopra, si eseguirà in primo luogo, con ogni cautela, in condizioni di massima sicurezza per gli operatori, la dismissione del manto di copertura, di converse, scossaline, canali di gronda, delle canne fumarie e dei comignoli; solo in seguito l'Appaltatore potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, sia di ferro o di cemento armato. In presenza di cornicioni o di gronde a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni. La demolizione della copertura si dovrà effettuare preferibilmente operando dall'interno dell'edificio; in caso contrario gli operai dovranno lavorare esclusivamente sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando opportunamente tavole di ripartizione e prevedendo parapetti e protezioni efficaci. Nel caso in cui la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante superi i 2 metri, l'Appaltatore sarà obbligato a predisporre idonea impalcatura; se non fosse possibile porla in opera per la presenza di un piano sottostante non portante o non agibile dovrà predisporre tutte le opportune operazioni per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori (es. apposite cinture di sicurezza).

Lo smontaggio e la scomposizione della carpenteria principale (arcarecci, terzere, puntoni, capriate ecc.) qualunque sia il materiale (legno, ferro o c.a.), seguirà la procedura inversa a quella della messa in opera,

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 83 di 174

ovverosia prima si smonteranno a mano le canne fumarie ed i comignoli, poi il manto di copertura (le tegole saranno asportate a sezione, simmetricamente da una parte e, dall'altra procedendo dal colmo verso le gronde avendo cura di non rompere o danneggiare i singoli pezzi), il sottofondo e lo scempiato di mezzane od il tavolato ligneo, in seguito si passerà a sfilare l'orditura minuta e/o media (travicelli, correnti, morali, palombelli, mezzanelle ecc.) e, per ultimo, quella principale che dovrà essere imbracata e calata a terra mediante idonei dispositivi (gru, paranchi, montacarichi ecc.). Particolare attenzione si dovrà avere in presenza di eventuali connessioni (chiodature, cavigli, gattelli lignei, piastrine metalliche di ancoraggio ecc.) presenti tra le varie orditure o tra gli elementi della medesima orditura od ancora tra l'orditura principale e la muratura d'imposta. Il loro smontaggio richiederà, infatti, particolari cautele e l'adozione d'idonei strumenti al fine di evitare ulteriori degradi alle strutture lignee od alle murature (ad es. per sfilare i chiodi dalle assi di un tavolato si potranno tranciare le loro teste e segare i loro gambi o, in alternativa, esercitare una trazione sull'elemento da rimuovere, in corrispondenza della giunzione, sfruttando il principio della leva ed utilizzando a tale scopo strumenti quali tenaglie, scalpelli ecc. avendo cura di non danneggiare, né la tavola dell'assito da rimuovere, né il travicello cui sarà ancorata).

Lo smontaggio di carpenteria lignea complessa (ad es. le capriate) oppure quello inerente gli elementi di finitura intradossale dovrà essere, necessariamente, preceduto da un preciso rilievo degli elementi costitutivi e delle reciproche connessioni oltre, naturalmente, dalla loro numerazione e catalogazione.

Nel caso di smontaggio di cornicioni di gronda a sbalzo, siano questi ancorati all'ultimo solaio o, più frequentemente, trattenuti dal peso del coperto sarà opportuno attenersi a quanto prescritto all'articolo specifico riguardante le strutture in oggetto.

Le modalità di rimozione degli elementi di copertura dovranno inoltre essere commisurate all'eventuale previsione di conservare gli stessi perfettamente integri per il successivo riutilizzo.

3.7.5 Apertura di forometrie

Rientrano nell'ambito degli interventi strutturali e non delle semplici assistenze murarie tutte le aperture di forometrie – anche per passaggi impiantistici – di dimensioni superiori a 200x200 mm.

Prima di procedere, l'Impresa dovrà aver cura di verificarne tipologia e posizione dei fori anche dagli elaborati del progetto architettonico ed impiantistico.

In corrispondenza dei punti di apertura dei fori, siano essi praticati su murature verticali o su strutture orizzontali, dovranno essere disposte armature di presidio locale, architravi, cerchiature metalliche, secondo le indicazioni di progetto e della D.L. Il materiale fornito a tale scopo dovrà essere pienamente rispondente alle prescrizioni di progetto ed essere posto in opera a perfetta regola d'arte, al fine di garantire l'adeguatezza strutturale dell'intervento.

Prima di procedere alla realizzazione dei fori previsti negli elaborati progettuali, l'Impresa dovrà ricevere la preventiva autorizzazione della D.L.

Non saranno ammesse modifiche alle modalità esecutive dei fori, né alla relativa dimensione e localizzazione, se non preventivamente approvate dalla D.L.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 84 di 174

Dovranno in ogni caso essere rispettate le prescrizioni di progetto in merito alle fasi e modalità di intervento.

3.8 FONDAZIONI

3.8.1 Lavori preliminari

L'Appaltatore, prima di dare inizio a qualsiasi lavoro che riguarda operazioni di tipo statico e strutturale, dovrà in prima analisi verificare la consistenza delle strutture di fondazione oltre alla natura del terreno su cui gravano. Dovrà successivamente eseguire piccoli scavi verticali in aderenza alle murature perimetrali. Salvo particolari disposizioni della D.L. dovranno avere dimensioni tali (almeno 110-180 cm) da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta.

Se il manufatto si presenterà gravemente compromesso, previa specifica indicazione della D.L., sarà necessario prima di dare inizio a qualsiasi tipo di intervento, procedere ad operazioni di preconsolidamento mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione.

Gli scavi si eseguiranno sino al piano di posa delle fondazioni e dovranno essere opportunamente sbadacchiati in relazione alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta, seguendo le indicazioni fornite dalla D.L.

Effettuato lo scavo sarà possibile analizzare le caratteristiche costruttive del manufatto e delle sue fondazioni, l'utilizzo dei vari materiali e la loro natura oltre a permettere il rilievo delle dimensioni e dello stato conservativo delle fondazioni stesse. Informazioni utili si potranno ricavare sulla natura del terreno utilizzando opportuni mezzi di indagine, utilizzando tecniche di trivellazione e carotaggio. La profondità di indagine sarà rapportata al carico ed alla larghezza delle fondazioni in modo da accertare se l'eventuale cedimento sia da rapportare alla resistenza a compressione dello strato superficiale, dalla consistenza degli strati sottostanti, dalla subsidenza del terreno, dalla presenza di falde freatiche o da altre cause ancora. I risultati forniti dall'esame dei campioni potranno essere integrati mediante l'esecuzione di indagini geofisiche entro le perforazioni (carotaggio sonico, misura diretta di velocità tra coppie di fori). In casi particolari sarà possibile utilizzare metodi geofisici di superficie (sismica a rifrazione, sondaggi elettrici, radar) senza l'esecuzione di scavi e perforazioni, per la eventuale ricerca di sottomurazioni, platee, plinti, ecc.

3.8.2 Consolidamento mediante sottofondazioni

3.8.2.1 Generalità

I lavori di sottofondazione non dovranno in alcun modo turbare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adiacenti.

L'Appaltatore dovrà pertanto adottare tutti quegli accorgimenti e quelle precauzioni utili alla messa in sicurezza del manufatto nel rispetto della normativa vigente.

Una volta eseguite tutte le opportune puntellature delle strutture in elevazione si identificheranno le zone di intervento procedendo «per cantieri», s'inizieranno quindi gli scavi che si effettueranno da un lato della muratura o da entrambi i lati per murature di forte spessore (>150 cm).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 85 di 174

Le dimensioni degli scavi dovranno essere quelle strettamente necessarie alla esecuzione dei lavori, in modo comunque da consentire una buona esecuzione della sottomurazione. Si effettueranno fino alla quota del piano di posa della vecchia fondazione armando le pareti dello scavo a mano a mano che lo si approfondisce. Una volta raggiunta con il primo settore la quota d'imposta della fondazione si procederà alla suddivisione in sottoscavi (con larghezza variabile in base alle caratteristiche della muratura e del terreno), si interporranno quindi dei puntelli tra l'intradosso della muratura ed il fondo dello scavo. Infine, si eseguirà il getto di spianamento con magrone di calcestruzzo secondo quanto prescritto negli elaboratori di progetto.

3.8.2.2 Sottofondazioni in muratura di mattoni

Una volta predisposto lo scavo con le modalità sopra specificate, l'Appaltatore farà costruire una muratura in mattoni e malta di cemento, eseguita a campioni, dello spessore indicato negli elaborati di progetto, lasciando fra nuova e vecchia muratura lo spazio equivalente ad un filare di mattoni; nel cavo fra le due murature dovrà inserire dei cunei in legno duro che, successivamente (dopo 3-4 giorni), provvederà a sostituire con cunei più grossi per compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Ad abbassamento avvenuto (4° giorno), l'Appaltatore provvederà a fare estrarre i cunei e procederà alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta a ritiro compensato/malta di calce idraulica naturale prevedendo cannule per la successiva iniezione.

3.8.2.3 Sottofondazioni con solette di calcestruzzo

Una volta predisposto lo scavo con le modalità già specificate, l'Appaltatore posizionerà l'armatura metallica, secondo quanto previsto negli elaborati di progetto, e provvederà, successivamente, all'esecuzione di un getto in modo da creare una porzione di cordolo e da lasciare uno spazio vuoto fra l'estradosso di quest'ultimo e l'intradosso della vecchia fondazione.

Lo spazio vuoto potrà essere riempito, dopo 2-3 giorni, con muratura di mattoni e malta di cemento avendo sempre l'accortezza di lasciare uno spazio vuoto equivalente ad un filare di mattoni.

Si dovrà, quindi, provvedere all'inserimento della parte vuota di cunei in legno duro con un rapporto tra muratura e zattera del 60% : dopo 3-4 giorni dovranno essere sostituiti con cunei più grossi onde compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Si provvederà infine, all'estrazione dei cunei ed alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.

3.8.2.4 Sottofondazioni con cordoli o travi in cemento armato

L'Appaltatore dovrà eseguire, secondo le modalità prima descritte, gli scavi da entrambe i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione.

Rimossa la terra di scavo, dovrà effettuare un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo e procedere, solo dopo aver creato nella muratura esistente un incavo di alcuni centimetri pari all'altezza del cordolo, alla predisposizione dei casseri, delle armature ed al successivo getto dei cordoli aderenti alla vecchia fondazione,

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 86 di 174

avendo cura di prevedere, in corrispondenza dei collegamenti trasversali richiesti dal progetto, all'inserimento di ferri sporgenti verso l'alto.

Dovrà quindi, dopo l'indurimento del getto, creare dei varchi nella muratura, mettere in opera le armature previste dagli elaboratori di progetto ed effettuare il getto con cemento preferibilmente di tipo espansivo.

In attesa dell'indurimento dovrà puntellare in modo provvisorio la struttura.

3.8.3 Micropali

3.8.3.1 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

3.8.3.2 Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;
- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a), per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipo b) e c), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

3.8.3.3 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

L'Impresa dovrà farsi carico di presentare documentazione scritta di tutte le prove e controlli eseguiti.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 87 di 174

3.8.3.4 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

3.8.3.5 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa Esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

3.8.3.6 Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercussione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 88 di 174

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

3.8.3.7 Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali a aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Salvo diversa indicazione contenuta negli elaborati di progetto si useranno tubi di acciaio S355 (Fe 510), senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

3.8.3.8 Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 89 di 174

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

3.8.3.9 Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

3.8.3.10 Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

3.8.3.11 Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 90 di 174

I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

3.8.3.12 Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;
- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 91 di 174

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

3.8.3.13 Controlli

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $< 0,10$ m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro > 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

3.8.3.14 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 92 di 174

- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

3.8.4 Prove di controllo sui pali

3.8.4.1 Prove di carico

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto. Le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 6.4.3.7.2 (prove di verifica in corso d'opera) del D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno 28 giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120 gradi attorno al palo, interposti tra la testa del palo e una struttura porta-micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura porta-micrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 93 di 174

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabilite dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

Il costo delle prove sarà a carico dell'Impresa.

3.8.4.2 Controlli non distruttivi

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- prove geofisiche;
- carotaggio continuo meccanico;
- scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione dei Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro ≥ 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul numero dei pali riportato al punto precedente.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovranno essere installati, prima delle operazioni di getto, dei tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmettente ed il foro ricevente.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 94 di 174

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro < 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Appaltatore, quando ordinato della Direzione dei Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione dei Lavori.

3.9 MURATURE E STRUTTURE VERTICALI – LAVORI DI COSTRUZIONE

3.9.1 Murature in genere

La costruzione di murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita secondo la normativa e le raccomandazioni tecniche vigente ed in particolare secondo le prescrizioni di cui al DM 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 95 di 174

- per ricevere le chiavi e i capochiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, vasi, scarichi, lavandini, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, inferriate, 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 varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, con i piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nel periodo di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga per molte ore al di sotto 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 facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'origine degli archi e delle volte a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione Lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani, di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sopracarico.

In situazioni particolari (es. architravi, cordoli sommitali ecc.) potrà essere richiesto l'inserimento di armature annegate nei letti di malta.

Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entroterra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato di asfalto formato come quello dei pavimenti, esclusa la ghiaietta, dell'altezza in ogni punto di almeno cm 2. La muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 96 di 174

In tutti i fabbricati a più piani dovranno eseguirsi ad ogni piano e su tutti i muri portanti cordoli di conglomerato cementizio per assicurare un perfetto collegamento e l'uniforme distribuzione dei carichi. Tale cordolo in corrispondenza delle aperture sarà opportunamente rinforzato con armature di ferro supplementari in modo da formare architravi portanti, ed in corrispondenza delle canne, fori ecc. sarà pure opportunamente rinforzato perché presenti la stessa resistenza che nelle altre parti.

In corrispondenza dei solai con putrelle, queste, con opportuni accorgimenti, saranno collegate al cordolo.

3.9.2 Murature di mattoni

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 le connessure alternate 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 refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 15 né minore di mm 5 (tali spessori potranno variare in relazione alla natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (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 connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 millimetri e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento (o di tipo e colore indicato dalla D.L.), 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 le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

3.9.3 Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 97 di 174

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione dei Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti del telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

3.9.4 Murature miste

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando il numero di filari di mattoni ogni m di altezza di muratura di pietrame concordato con la D.L. e la competente soprintendenza.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e gli squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro alla esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità alle prescrizioni che potrà dare la D.L. all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel miglior modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

3.10 CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE

3.10.1 Generalità

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti secondo le normative e regole tecniche vigenti ed in particolare al D.M. 14 gennaio 2008 e successivi aggiornamenti.

Le eventuali perforazioni dovranno essere condotte evitando l'insorgere di vibrazioni nocive operando ove necessario senza percussione e utilizzando carotatrici.

3.10.2 Risarciture

Si definiscono risarciture le sigillature di lesioni già aperte che possono interessare anche gli elementi lapidei o in laterizio, oltre che i giunti tra gli stessi.

Per le risarciture dovrà essere impiegata malta di calce rispondente a quanto prescritto nel presente Capitolato, secondo le specifiche del progetto esecutivo.

Nel caso delle risarciture si procederà come segue:

- pulizia della lesione con aria compressa;
- rimozione con raschietti di parti di malta e muratura decoesa all'interno della lesione;
- eventuale sostituzione di singoli mattoni per la creazione di ammorsature;
- pulizia in profondità mediante abbondante bagnatura con acqua, versata o iniettata a bassa pressione fino a rifiuto;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 98 di 174

- inserimento di cannule per la successiva iniezione a passo non superiore a 40 cm rispettando comunque le indicazioni della D.L. (in generale dovranno essere previste 3-4 cannule per metro lineare);
- eventuale messa in tensione con cunei in plastica e legno;
- accurato riempimento con malta a base di calce idraulica naturale avente le caratteristiche prescritte dal progetto, indicate nel presente Capitolato o comunque indicate dalla D.L.. Per lesioni di grande ampiezza potranno essere inserite scaglie di mattone utilizzando inoltre siringhe e/o saccapocche per riempire la lesione in profondità;
- iniezione a bassa pressione di boiaccia di calce ove previsto (cfr “consolidamento di muratura mediante iniezioni”);
- sigillatura e stilatura finale con malta di caratteristiche e colore adeguati.

La sigillatura della lesione avrà inizio dopo 2-3 ore dalla bagnatura e potrà essere ripresa dopo 24-48 ore, ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, per colmare completamente i vuoti.

3.10.3 Scuci e cucì

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non dovrà interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura. L'Appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da poter sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente. Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta a base di calce idraulica naturale, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione. Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto. Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

L'entità delle singole rimozioni e sostituzioni, per la profondità necessaria al consolidamento statico della struttura, dovrà essere stabilita in sito dal Direttore dei Lavori; in mancanza di ulteriori indicazioni si procederà alla rimozione e sostituzione dei singoli elementi, avendo cura di ammorsare adeguatamente la parte ricostruita alle adiacenti parti sane della muratura.

Durante la ricostruzione dovranno essere inseriti boccagli e/o tubicini per successive colate e/o iniezioni di malta o boiacche.

3.10.4 Sostituzione di singoli mattoni

Nel caso di lesione che interessi i singoli elementi in laterizio, sarà facoltà della Direzione Lavori procedere alla sostituzione dei singoli elementi danneggiati, seguendo tutte le prescrizioni del presente capitolato, anziché procedere per fasce con il metodo dello “scuci e cucì”. Tale tecnica di intervento potrà essere adottata anche

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 99 di 174

per la creazione di ammorsature a cavallo di lesioni e/o inserimento di singoli mattoni per creare ammorsamenti in corrispondenza di murature non adeguatamente collegate.

3.10.5 Fissaggio di elementi decoesi e/o in fase di distacco

In presenza di elementi distaccati (es. paramenti, elementi decorativi e/o porzioni superstiti di paramenti antichi aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata) l'Appaltatore dovrà fare pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea. Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L. Eseguirà in seguito la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura "sottoquadro" dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo con malte preparate in modo idoneo. Se i paramenti dovessero risultare distaccati dal nucleo murario, l'Appaltatore dovrà procedere come descritto precedentemente ripristinando la continuità strutturale tra paramento e nucleo mediante iniezioni o colaggi di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate e preventivamente approvate dalla D.L. In presenza di piccole lacune o mancanze limitate a pochi elementi si potrà provvedere all'integrazione con materiale antico di recupero. Qualora si dovesse procedere alla ricostruzione di paramenti analoghi a quelli originali, detti paramenti verranno realizzati con materiali applicati in modo da distinguere la nuova esecuzione (sottoquadro, sopra quadro, inserimento di lamine di piombo, trattamento della superficie all'antica). Verranno inoltre previste legature realizzate in genere con barre inox ad aderenza migliorata. Potranno essere utilizzate barre inox filettate solo se la particolare applicazione non richiede la piegatura/sagomatura della barra. L'ancoraggio potrà avvenire mediante contropiastre e/o inghisaggio. Ove possibile l'inghisaggio verrà effettuato con miscela a base di calce idraulica naturale mentre in situazioni critiche verrà fatto ricorso a resine ibride e/o epossidiche.

Particolare attenzione dovrà essere adottata per assicurare il completo riempimento del foro prevedendo se necessario l'utilizzo di miscele tixotropiche e l'utilizzo di calze (es. in nylon e/o in rete inox) per evitare la dispersione attraverso fessurazioni/vuoti esistenti.

In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti più consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l'ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. Si ricorrerà ad un impasto d'adequata tixotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell'adesivo sarà necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto. Per le parti a vista la lavorazione dovrà essere effettuata "sottosquadro" prevedendo una stilatura finale secondo le modalità concordate con la DL.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 100 di 174

La procedura applicativa varierà in ragione dello specifico materiale di cui sarà costituito l'elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenterà e che occorrerà ridurre e dei vuoti che sarà necessario colmare affinché l'operazione risulti efficace.

3.10.6 Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità e di verificare il quadro fessurativo.

L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a carotaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.).

In seguito, l'Appaltatore – previa autorizzazione della Direzione dei Lavori – farà asportare lo strato di rivestimento per mettere a nudo la lesione e per meglio esaminare la consistenza del paramento murario. In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della miscela legante. I punti su cui praticare i fori verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ad al tipo di struttura.

Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei punti di giunzione delle malte e ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, potrà variare dai 60 agli 80 cm..

Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm.. Le perforazioni andranno eseguite distribuendole in modo che le aree delle singole iniezioni vadano a sovrapporsi; ciò si otterrà lasciando fuoriuscire, durante l'iniezione, la miscela dai tubicini "testimoni". Durante questa lavorazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento. Per agevolare la diffusione della miscela, l'Appaltatore dovrà praticare dei fori profondi quanto la metà dello spessore del muro. Se lo spessore risulterà inferiore a 60-70 cm., le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; se, invece, supererà i 70 cm. si dovrà lavorare su ambedue le facce; se lo spessore dovesse essere ancora maggiore (l, 5-2, 0 ml.), o se risultasse impossibile iniettare su entrambi i lati, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro. Se la muratura sarà in mattoni pieni, per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati orizzontali di malta, andranno praticate perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm..

Gli ugelli di iniezione ed i tubicini "testimone" andranno cementati con la stessa miscela d'iniezione resa più densa. Tutte le lesioni e le eventuali sconnessure fra conci saranno stuccate in modo da non permettere la fuoriuscita della miscela legante. Prima di iniettare la miscela, dovrà essere effettuato un prelavaggio delle sezioni filtranti sia al fine di saturare la massa muraria sia di mantenere la densità della miscela sia di visualizzare, mediante, l'umidità risorgente dagli intonaci, l'estensione delle zone da trattare e l'esistenza di eventuali lesioni non visibili.

Il lavaggio dovrà essere eseguito con acqua pura e priva di materie terrose; durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 101 di 174

In situazioni particolari, ad esempio in presenza di pareti decorate o laddove per altre ragioni non sia opportuno bagnare la parete oggetto di intervento, il lavaggio preliminare dei fori dovrà essere, provvedendo all'aggiunta di speciali additivi ritentori d'acqua.

La trasfusione delle miscele leganti all'interno dei fori sarà eseguita a pressione controllata; solo dietro prescrizione della D.L. si dovrà fare ricorso ad un'idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'idonea consistenza e composizione, dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità.

Se il dissesto sarà limitato ed una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed in seguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone.

Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiacca molto fluida, andranno effettuate le iniezioni procedendo con simmetria dal basso verso l'alto al fine di evitare pericolosi squilibri di peso e conseguenti alterazioni nella statica della struttura. La miscela andrà iniettata, in relazione alla consistenza della muratura, mediante una pressione di circa 0,5-1,0 atm (iniezione a bassa pressione). che servirà ad agevolare il drenaggio e ad otturare con il ritorno elastico i fori. Occorrerà, inoltre, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature, aumentare la pressione d'immissione di 1/2 atmosfera ogni 3 m di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuoriuscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni".

Le iniezioni verranno eseguite per fasi, numerando le file di fori progressivamente dal basso verso l'alto; ciascuna fila interesserà in genere tutta la larghezza del muro, salvo nei casi di elevata estensione per i quali si procederà per sottocantieri. Nel caso di archi o volte si procederà alla numerazione dalle reni verso la chiave. Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

Le fasi di intervento si svolgeranno nel seguente modo:

- iniezione nella prima fila di fori della miscela a bassa pressione, stabilita in corso d'opera dal Direttore dei Lavori, avendo cura di arrestare l'iniezione dopo la fuoriuscita della miscela dai tubi di iniezione posti sulla seconda fila;
- ripetizione del procedimento sino all'iniezione di tutti i fori.

Nel caso in cui durante la fase di lavaggio, oppure durante la fase di iniezione, se non si effettua il lavaggio, si verificassero fuoriuscite, si dovranno interrompere le lavorazioni e procedere alla stilatura dei giunti nelle zone in cui si è verificata la fuoriuscita.

Potrà essere facoltà del Direttore dei Lavori far eseguire una ripresa delle iniezioni dopo 24-48 ore dalla prima fase di iniezione, al fine di riempire completamente tutte le cavità.

Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata.

Nel caso di iniezioni armate con barre in acciaio, si opererà infilando le barre nei fori prima del fissaggio dei boccagli. Le barre dovranno essere dotate di opportuni distanziatori, atti a mantenere un copriferro minimo di 10mm, pertanto i fori avranno un diametro minimo di 30mm e indicativamente non superiore a 50mm.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 102 di 174

Nel corso dei lavori l'Impresa dovrà documentare adeguatamente, anche con rilievo fotografico, le posizioni dei fori di iniezione, prima di procedere alla definitiva rimozione delle cannule e alla stuccatura del relativo foro di inserimento.

Ad intervento ultimato l'Impresa dovrà aver cura di pulire, a propria cura e spese, il paramento murario da eventuali colature di malta da iniezione.

3.10.7 Ristilatura dei giunti di malta

La prima operazione di intervento riguarderà l'eliminazione puntuale dei giunti di malta incompatibili, giunti cioè realizzati con malte troppo crude (cementizie) incompatibili col paramento, in grado di creare col tempo stress meccanici evidenti, o gravemente ammalorate. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura utilizzando scalpelli di piccole dimensioni, evitando accuratamente di intaccare il manufatto originale. Seguirà un intervento di pulitura utilizzando pennelli a setole morbide e bidone aspiratutto. Previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata si effettuerà la stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta a base di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1: 2). L'arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta che con le spatole), si potranno eventualmente proteggere le superfici al contorno utilizzando nastro adesivo in carta.

La ristilatura di finitura si effettuerà secondo le indicazioni di progetto e della D.L.

La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vuole ottenere in sintonia con le malte esistenti (per piccole ristilature) o in difformità per distinguerle da quelle esistenti (porzioni di muratura più vaste). Tali scelte saranno esclusivamente dettate dalla D.L. comunque dietro specifica autorizzazione degli organi competenti alla tutela del bene in oggetto. La ristilatura avverrà sempre in leggero sotto-quadro e dovrà prevedere una finitura di regolarizzazione tramite piccole spugne inumidite in acqua deionizzata.

Le malte utilizzate dietro specifica richiesta e/o autorizzazione della D.L., potranno essere caricate con additivi di natura chimica, quali resine epossidiche (richiesta di forte adesività per stuccature profonde non esposte ai raggi U.V.) o resine acriliche o acril-siliconiche.

Le zone di intervento, la sequenza e la modalità di esecuzione delle varie operazioni, nonché le caratteristiche delle malte impiegate dovranno ottenere sempre la preventiva approvazione della D.L.

Ove indicato dal progetto e/o richiesto dalla D.L., l'esecuzione della scarifica dei giunti dovrà essere eseguita con la massima cura e cautela, al fine di limitare quanto più possibile la perdita dell'intonaco esistente, ove ne sia previsto il perfetto ripristino a lavoro ultimato.

3.10.8 Ristilature armate (Repointing)

Per il rinforzo di muratura in cattivo stato o in zone soggette ad aumenti dei carichi gravanti si procederà mediante l'inserimento di barre o piatti di rinforzo nei giunti, eseguendo le operazioni indicate di seguito:

- rimozione dell'intonaco, ove presente;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 103 di 174

- taglio dei giunti di malta con mezzo meccanico, per la profondità indicata nel progetto (usualmente circa 5-6 cm) avendo cura di procedere lentamente, adottando tutte le cautele atte ad evitare danneggiamenti della muratura; o in particolari situazioni di degrado o di pregio del paramento su cui si interviene, scarnitura dei giunti manuale con raschietti, e scalpelli di piccole dimensioni, per una profondità che dipenderà dalla gravità del danno in atto e dalle richieste di progetto;
- inserimento di barre in acciaio inox ad aderenza migliorata in numero, del tipo e per la lunghezza indicate in progetto, o a scelta della D.L. di barre rettangolari pultruse in fibra di carbonio ad aderenza migliorata;
- saturazione del giunto scarnito con malta di calce ad alta resistenza, applicata con cazzuolino avendo cura di rimanere sotto squadro rispetto ai bordi dei mattoni.

La malta utilizzata dovrà essere compatibile con la muratura esistente, priva di sali solubili e garantire una resistenza a compressione a 28 gg non inferiore 70 kg/cmq.

Tutte le operazioni vanno eseguite a mano, avendo cura di evitare danneggiamenti, in particolare dei bordi dei mattoni, rifinendo le stilature e ripulendo gli eventuali debordi di malta, pulendo ogni incrostazione.

Le medesime operazioni potranno essere realizzate anche in zone d'angolo, inserendo opportune barre pre-sagomate a piè d'opera. Per la piegatura/sagomatura delle barre, ove non diversamente specificato, l'Impresa non avrà diritto ad alcun maggiore compenso, ritenendosi questa già compresa e compensata nel prezzo di Elenco Prezzi Unitari.

Le zone di intervento, la sequenza e la modalità di esecuzione delle varie operazioni, nonché le caratteristiche delle malte impiegate dovranno ottenere sempre la preventiva approvazione della D.L.

La lavorazione dovrà essere condotta per cantieri successivi, procedendo alla scarnitura dei giunti vicini solo dopo l'avvenuta presa della malta di sigillatura, al fine di non causare un eccessivo indebolimento della muratura.

Le giunzioni delle barre dovranno essere sfalsate e verranno effettuate per sovrapposizione con lunghezza non inferiore a 60-80 cm e comunque nel rispetto delle indicazioni degli elaborati progettuali. In casi particolari potrà essere richiesta dalla D.L. l'esecuzione di giunzione mediante saldatura.

Ove non diversamente specificato, dovranno intendersi compresi nel prezzo anche l'esecuzione di fori nella muratura con strumento a rotazione per l'inserimento di forchette o per l'inghisaggio in malta o resina delle estremità piegate delle barre inserite nei giunti, come da indicazioni di progetto o della D.L.

Tale tecnica potrà essere adottata – senza necessità di preventiva scarifica dei giunti – per il consolidamento di ricostruzioni murarie.

3.10.9 Consolidamento mediante paretine di contenimento armate con rete elettrosaldata in acciaio inox

Il consolidamento verrà generalmente eseguito facendo su ambedue i lati della superficie muraria, delle lastre in conglomerato di calce idraulica ad alte prestazioni (classe M10 o superiore) gettate in opera su dei reticoli elettrosaldati da collegare tramite tondini di acciaio inox.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 104 di 174

L'Appaltatore dovrà, quindi, demolire, dietro autorizzazione della D.L., i vecchi intonaci, i rivestimenti parietali, le parti incoerenti ed in fase di distacco, fino a raggiungere la parte sana della struttura. Le superfici andranno accuratamente pulite e lavate prevedendo ove necessario un trattamento con spritz antisale.

Le lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'aiuto di aria compressa e bidone aspiratutto e successivamente sarcite con stilate e iniezioni.

Le reti inox AISI 304 o 316 elettrosaldate, salvo diverse indicazioni, saranno del diametro di 5 mm maglia 10x10 cm ed andranno risvoltate per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli laterali in modo da collegare ortogonalmente le nuove paretine armate con le altre strutture portanti.

Si dovranno eseguire perforazioni passanti in senso obliquo (almeno 6 per metro), al cui interno si collocheranno i tondini in acciaio lasciandoli sporgere dalla struttura in modo da poterli risvoltare per almeno 10 cm in corrispondenza della rete. I tondini ad aderenza migliorata B450 C (Feb 44 k) saranno del tipo e del diametro indicato dagli elaborati di progetto e/o ordinato dalla D.L. con diametro minimo di 6-8 mm.

Una volta stuccate le eventuali lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta, si potranno posizionare reti elettrosaldate su entrambe i lati del muro.

L'acciaio impiegato dovrà essere necessariamente resistente alla corrosione (acciaio inox AISI 304 e/o 316 ad aderenza migliorata B450C - Feb 44k).

Le barre di connessione dovranno essere sigillate con resina o (su approvazione della D.L.) con malta reoplastica antiritiro.

Sulla struttura preventivamente bagnata sarà applicato uno strato di betoncino reoplastico antiritiro ad alta resistenza a base di calce idraulica a ridotto contenuto di sali del tipo prescritto dal progetto e/o dalla D.L.

In ogni caso salve diverse indicazioni di progetto l'Appaltatore dovrà tenere presente che:

- per realizzare spessori inferiori ai 3 cm dovrà metterla in opera a spruzzo;
- per realizzare spessori intorno ai 3-5 cm dovrà applicare la malta manualmente;
- per realizzare spessori intorno ai 5-10 cm dovrà generalmente ricorrere al getto in casseformi con vibratura.

Gli spessori ed il tipo di posa e realizzazione dovranno essere rapportati e calibrati in base al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è e sarà sottoposta.

Per interventi su lesioni isolate, anche di spessori consistenti, in corrispondenza di incroci di muri, di aperture, la rete elettrosaldata potrà essere usata in strisce di 50-80 cm, posizionata su entrambe i lati della muratura tramite chiodatura e collegata con tondini passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per sarcire le eventuali lesioni, salvo diverse prescrizioni, della D.L., dovrà preferibilmente essere a ritiro compensato.

3.10.10 Consolidamento mediante paretine di contenimento in intonaco armato con rete in fibra di vetro

Il consolidamento verrà generalmente eseguito realizzando, su ambedue i lati della superficie muraria, un intonaco in malta a base di calce a ridotto contenuto di sali e ad alta resistenza (non inferiore a M15, es.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 105 di 174

MasterEmaco S 285 TIX già Albaria Struttura della Basf o equivalente) armato con rete in fibra di vetro, opportunamente ancorata alla muratura mediante connettori, come da indicazioni di progetto o della D.L.

Potrà essere impiegata rete bidirezionale in fibra di vetro es. tipo MasterBrace NET 220/100 CFS già MBrace Fibernet GA220 della BASF oppure Tecnofib Glass Net G8 della Tecnochem o equivalente, ancorata mediante sfocchi in fibra di vetro (es. tipo MasterBrace CON 10 FG già MBrace Connect della BASF o Tecnofib FIOCCO Glass 73 della Tecnochem o equivalente).

Le caratteristiche delle reti (materiale, grammatura, proprietà meccaniche, ecc.) dovranno in ogni caso essere preventivamente approvate dalla D.L., anche sulla base di eventuali campionature, in funzione delle caratteristiche di ciascuna parete e delle effettive necessità di consolidamento.

L'Appaltatore dovrà, quindi, procedere, dietro autorizzazione della D.L., alla demolizione dei vecchi intonaci e/o i rivestimenti parietali e delle parti di muratura incoerenti ed in fase di distacco, fino a raggiungere la parte sana della struttura. Le superfici andranno accuratamente pulite e lavate prevedendo ove necessario un trattamento con spritz antisale. Le lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'aiuto di aria compressa e bidone aspiratutto e successivamente sarcite con stilature e iniezioni.

Si dovrà quindi procedere:

- alla realizzazione dei fori e al successivo inserimento dei connettori, come da indicazioni di progetto e/o dello specifico tipo di applicazione;
- all'applicazione di una prima mano di malta, dello spessore indicato per la specifica applicazione in corso di esecuzione;
- all'applicazione della rete, che dovrà essere annegata nel primo strato di malta, ancora fresco;
- alla sigillatura degli elementi di connessione con resina epossidica, come da indicazioni del produttore;
- all'applicazione della seconda mano di malta, che dovrà essere tirata a frattazzo;
- alla sfioccatura dell'estremità dei connettori e al relativo incollaggio con adesivo epossidico sul secondo strato di malta.

Gli spessori della malta ed il tipo di posa e realizzazione della rete dovranno essere rapportati e calibrati in base al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è e sarà sottoposta.

In casi particolari, su indicazione del progetto o della D.L., potrà essere richiesta l'applicazione della rete in più mani. In tale caso, i connettori dovranno essere sfioccati e incollati al di sopra dell'ultimo strato applicato.

3.10.11 Consolidamento mediante armatura in rete di fibra di vetro/aramide

La realizzazione del rinforzo strutturale armato (GAFRM, Glass Aramid Fiber Reinforced Mortar) andrà eseguita applicando una prima mano di malta es. Kerabuild Eco Fix di Kerakoll o equivalente, in spessore sufficiente a garantire la regolarizzazione delle superfici. Successivamente si procederà applicando, sulla malta ancora fresca della rete, es. Rinforzo ARV 100 di Kerakoll o equivalente, rete in fibra vetro/aramide alcali-resistente, garantendo il perfetto inglobamento nello strato di malta esercitando una leggera pressione con spatola piana. Nei punti di giunzione si procederà a sovrapporre due reti di rinforzo per almeno 5 cm.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 106 di 174

Eseguire, infine, una rasatura protettiva di 2 – 3 mm di malta (es. Kerabuild Eco Fix o eq.) assicurando il completo ricoprimento della rete di rinforzo.

Curare la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore.

3.10.12 Carotaggi per l'inserimento di tiranti metallici

Le opere di carotatura dell'apparato murario verranno in genere eseguite a mezzo di carotatrici fornite di punte diamantate con raffreddamento ad acqua, ad avanzamento controllato. I fori verranno realizzati delle dimensioni previste in progetto, e comunque generalmente non superiori a 60-80 mm, sia per l'attraversamento di elementi murari sia per lunghezze maggiori e nelle posizioni e con le direzioni rispetto alla superficie muraria indicate nel progetto esecutivo e dalla Direzione Lavori.

In applicazioni particolari (es. presenza di affreschi) dovrà essere previsto il carotaggio a secco con punta al widia con raffreddamento ad aria o di speciali dispositivi ad aria/acqua nei quali il raffreddamento di speciali testine diamantate a parete sottile viene garantito mediante nebulizzazione di ridottissime quantità d'acqua tramite una valvola tarata.

L'operazione dovrà avvenire con la massima cura, controllando la velocità di avanzamento ed arrestando l'operazione nel caso si verificassero comportamenti anomali, quali una velocità eccessivamente bassa o eccessivamente elevata, sospendendo l'operazione e avvertendo immediatamente la Direzione Lavori.

Per carotaggi di elevata lunghezza potrà essere prevista l'esecuzione di perforazioni per l'intercettazione dei carotaggi.

In ogni fase della lavorazione dovrà essere garantito l'adeguato smaltimento del liquido di raffreddamento e/o delle polveri, la protezione delle superfici ed al termine delle operazioni si dovrà effettuare una perfetta pulizia degli ambienti e delle opere.

3.10.13 Consolidamento mediante tiranti metallici

I tiranti metallici dovranno essere applicati di preferenza all'interno della muratura e fissati alle estremità con piastre atte alla distribuzione dei carichi. Le tirantature metalliche potranno anche essere lasciate completamente a vista nel caso in cui il progetto lo preveda e/o dietro indicazioni specifiche della D.L.

Una volta segnati i livelli e gli assi dei tiranti, l'Appaltatore dovrà preparare la sede di posa dei tiranti mediante l'utilizzo di trapani/carotatrici esclusivamente rotativi del diametro prescritto onde evitare sconnessioni e ogni possibile disturbo all'equilibrio della struttura dissestata.

Quando si dovesse predisporre la sede di posa dei tiranti in aderenza ai paramenti, l'Appaltatore dovrà praticare nella muratura delle apposite scanalature. Le loro sezioni e la loro posizione saranno prescritte dagli elaborati di progetto e dovranno essere in grado di contenere i piani di posa dei tiranti e delle piastre di ripartizione, le cui aree di appoggio dovranno essere spianate con getto di malta antiritiro.

I tiranti, una volta tagliati e filettati per circa 10 cm da ogni lato, o secondo le indicazioni di progetto, andranno posti in opera e fissati alle piastre (delle dimensioni e spessori prescritti) mediante dadi filettati predisponendo preventivamente apposite guaine protettive.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 107 di 174

Ad avvenuto indurimento delle malte usate per i piani di posa delle piastre, l'Appaltatore metterà in tensione i tiranti per mezzo di chiavi dinamometriche in modo che la tensione applicata non superi il 50% di quella ammissibile dal cavo di acciaio. Ove previsto, si salderanno infine i dadi filettati.

La sede di posa dei tiranti, se prevista all'interno della struttura, potrà essere riempita, dietro precise indicazioni della D.L., con iniezioni di malte reoplastiche o di prodotti di sintesi chimica, mentre le scanalature potranno essere sigillate con malta o lasciate a vista, eventualmente rifinite in modo da non andare in contrasto con l'aspetto del paramento murario.

I tiranti verticali, diagonali e comunque inclinati verranno inseriti in fori passanti attraverso le murature, nei quali verrà poi iniettata a pressione malta epossidica opportunamente formulata, per la formazione del bulbo di ancoraggio. Verranno poi messe in opere le piastre di ancoraggio. L'operazione di tesatura avverrà dopo il completo essiccamento del bulbo di ancoraggio.

Il posizionamento, le forme e le dimensioni delle piastre di ancoraggio dovranno seguire le prescrizioni del progetto o della D.L., potranno infatti essere ortogonali al tirante, inclinate rispetto a questo, a bloccaggio singolo o pluricavo.

I capochiave a paletto o a piastra vanno posti in opera curando particolarmente le condizioni di appoggio alle pareti murarie, in modo da favorire la migliore distribuzione delle tensioni di contatto con la muratura. A tale scopo potranno essere adottate lamine di piombo, colature di piombo a caldo, malte antiritiro, resine, o una combinazione delle tecniche citate.

Potrà essere richiesta la scarnitura locale della muratura e tutte le lavorazioni necessarie per permettere il montaggio a parziale incasso dei capochiave a paletto.

La formazione delle sedi di accoglimento delle piastre con demolizioni locali di muratura e successiva ricostruzione verrà eseguita con la tecnica dello scuci-cuci.

Il trattamento di finitura superficiale dei tiranti e delle relative piastre di ancoraggio dovrà in generale prevedere la pallinatura con microsfele in acciaio in alternativa alla sabbiatura e successiva verniciatura con vernice nero micacea previa stesura di uno strato di primer. Tale trattamento dovrà in ogni caso essere preventivamente approvato, anche sulla base di campioni, dalla D.L. che potrà richiedere modifiche in funzione del tipo di applicazione e delle eventuali richieste della Soprintendenza.

3.11 CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA (LATERIZIO E PIETRA)

3.11.1 Generalità

Prima di mettere in pratica qualsiasi procedura di consolidamento è richiesta la verifica preliminare della consistenza statica attraverso:

- verifica delle caratteristiche fisiche e meccaniche della volta e dei singoli elementi che ne fanno parte (materiali, tessitura, spessori) anche attraverso l'esecuzione di saggi e perforazioni di controllo;
- analisi del quadro fessurativo e conseguente studio del degrado.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 108 di 174

Stuccature preliminari

Si procederà alla stuccatura con malta idraulica di tutte le eventuali lesioni o soluzioni di continuità localizzate all'intradosso della volta seguendo le prescrizioni della D.L.

Puntellatura

Tutta la volta oggetto d'intervento dovrà – se necessario – essere preventivamente sostenuta da un sistema di centine simile a quello utilizzato per la costruzione; si dovrà, inoltre, provvedere alla messa in opera di adeguate sbadacchiature al fine di contrastare la spinta di volte contigue. In presenza di porzioni di volte affrescate, ovvero decorate, a contatto con i puntelli, queste dovranno essere protette con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.; si ricorda, inoltre, che le opere di sostegno dovranno insistere su un piano di appoggio assolutamente sicuro.

Rimozione materiale inerte

Su indicazione della D.L., in funzione del tipo di intervento da realizzare, tutto il materiale (pavimento, sottofondo, eventuale piano di posa, materiale di rinfiacco) sovrapposto alla volta dovrà essere rimosso; questa operazione dovrà essere effettuata manualmente e dovrà avanzare (per strati paralleli e successivi fino al vivo dell'estradosso della volta) a partire dalla zona di chiave fino ad arrivare all'esterno della volta facendo attenzione di conservare l'integrità dei materiali. Secondo la tipologia di volta la rimozione seguirà direzioni differenti: nelle volte a botte si procederà per tratti di uguale dimensione a partire da entrambi i lati della generatrice superiore fino a raggiungere i rinfiacci; nelle volte a padiglione ed a crociera, si inizierà dal centro proseguendo lungo i quattro fronti, seguendo le generatrici in quella a padiglione, o seguendo la direzione degli anelli in quella a crociera, fino a giungere il livello di imposta (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico sullo smontaggio delle strutture voltate).

Dovrà in ogni caso essere posta particolare attenzione nell'evitare – in qualunque momento – uno sbilanciamento nella distribuzione delle masse, potenzialmente pericoloso per la stabilità della volta.

Il lievo dei pavimenti esistenti dovrà essere eseguito con ogni cautela, per la possibilità di rinvenimenti di pavimenti preesistenti. Potrà essere facoltà della D.L. chiedere l'eventuale cernita ed accatastamento del materiale giudicato recuperabile.

Pulizia dell'estradosso

Si eseguirà la pulitura rimuovendo (mediante spazzole di saggina, raschietti, aria compressa aspiratori od altri sistemi ritenuti idonei dalla D.L.) le malte leganti degradate, i detriti che si presenteranno aridi ed inconsistenti e tutto ciò che potrebbe in qualche modo ostacolare le successive operazioni di consolidamento.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 109 di 174

3.11.2 Esecuzione di rinfianchi e riempimenti con conglomerato a base calce alleggerito con argilla espansa

Sempre dietro specifica richiesta della D.L. o se previsto negli elaborati di progetto, si potranno effettuare eventuali operazioni di riempimento dei rinfianchi della volta riempiendo lo spazio compreso tra l'estradosso della volta ed il piano del solaio soprastante con idoneo conglomerato a base di calce idraulica naturale alleggerito avente densità 1200-1400 kg/mc. Il getto sarà eseguito a mano fino al livello indicato dagli elaborati di progetto e dalla D.L. Su autorizzazione della D.L. il conglomerato potrà eventualmente essere pompato, avendo cura di curare adeguatamente il getto al fine di garantire l'adeguato riempimento ed evitare la segregazione degli aggregati. La lavorazione dovrà essere eseguita avendo cura di preservare l'integrità dei materiali e procedendo per strati paralleli di spessore non superiore a 30 cm, assicurando un adeguato costipamento ed evitando accumuli di materiale che potrebbero compromettere la stabilità del manufatto.

Per assicurare un ottimale funzionamento dei sistemi voltati potrà essere richiesto di differenziare la densità del riempimento nelle varie zone adottando inerti con diverse caratteristiche.

L'Impresa dovrà completare il lavoro con un'adeguata cura del getto, in funzione delle condizioni termigrometriche ambientali, al fine di garantire un'adeguata maturazione dello stesso.

3.11.3 Consolidamento mediante posa in opera di “frenelli”

Previa esecuzione delle operazioni preliminari si procederà alla raschiatura e spazzolatura dei giunti di malta della volta sull'estradosso, dopodiché si passerà alla eventuale esecuzione di una sottile cappa tramite boiaccia di malta a base di calce idraulica naturale (eventualmente additivata con pozzolana o coccio pesto) al fine di “saturare” gli eventuali giunti sconnessi fra gli elementi lapidei o laterizi.

Verranno, se previste dal progetto e/o dalla D.L., realizzate costolature/nervature con mattoni pieni eventualmente rinforzate con nastri in FRP.

L'operazione procederà con la messa in opera dei rinfianchi/frenelli costituiti da muratura in mattoni pieni allettati con malta idraulica; l'interasse e la dimensione dei frenelli saranno quelli indicati dalle prescrizioni di progetto, di norma lo spessore non sarà superiore alla sezione, in chiave, della volta (generalmente una testa 12-13 cm) e l'interasse potrà variare tra i 80 e i 110 cm (a seconda della luce della volta, del suo spessore e del sovraccarico previsto).

Nei frenelli dovranno essere previste le eventuali aperture e fori per il passaggio di canalizzazioni impiantistiche e/o tiranti di rinforzo.

Al fine di impedire/limitare gli scorrimenti fra la superficie della volta e il rinfianco, questo potrà essere rinforzato con fasce in FRP secondo le indicazioni di progetto.

Ove previsto il rinfianco verrà ancorato all'estradosso della volta tramite prese (almeno 4 per metro) costituite da spillature metalliche (sporgenti dall'estradosso per almeno 10 cm) annegate nella muratura, di tipo e diametro indicato dagli elaborati di progetto e/o indicati dalla D.L. (in ogni caso il diametro minimo sarà di 6-8 mm e l'acciaio utilizzato dovrà essere di tipo inossidabile).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 110 di 174

Verrà successivamente ripristinato il riempimento con i materiali (es. materiale sciolto, conglomerato alleggerito a base di calce idraulica e argilla espansa, materiale legato con calce) ed i livelli previsti dal progetto e dalla D.L.

3.11.4 Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni

Tali operazioni faranno riferimento a specifici elaborati di progetto che daranno indicazioni sulla profondità ed inclinazione delle perforazioni da effettuare, sui sistemi di iniezione, sui tipi di leganti e sulle pressioni di esercizio che andranno in ogni caso verificate in base alle indagini e controlli eseguiti in opera.

Si fa in ogni caso riferimento alle regole indicate nelle operazioni di iniezione di elementi murari.

Le perforazioni si eseguiranno generalmente lungo le lesioni prevedendo 3-4 fori/m e comunque in funzione del tipo di lesione e dello spessore della volta.

Dopo l'inserimento delle cannule si precederà alla sigillatura delle lesioni all'intradosso.

Nelle lesioni più ampie la malta verrà forzata all'interno della fenditura previo l'inserimento di cunei e (sulle lesioni di ampiezza superiore ad 2 cm) potranno essere inseriti spessori in laterizio.

Le iniezioni si dovranno eseguire manualmente iniziando il riempimento delle cannule all'intradosso a partire dai piedritti fino a raggiungere la chiave, controllando la fuoriuscita della miscela dai bocchelli posizionati all'estradosso.

Successivamente verranno effettuate le iniezioni dalle cannule previste all'estradosso.

La malta da iniezione sarà immessa solo dopo aver colato un quantitativo d'acqua sufficiente ad evitarne la disidratazione. Si potranno effettuare le iniezioni mediante pompe manuali o compressori purché a bassa pressione e sotto costante controllo della pressione di immissione che sempre dovrà mantenersi entro limiti di sicurezza. Tali operazioni si potranno effettuare solo dietro preventiva autorizzazione della D.L..

Potrebbe essere necessario, su insindacabile giudizio della D.L., ripetere le iniezioni trascorse 24-48 ore.

L'Appaltatore dovrà eseguirle al fine di saturare completamente i vuoti prodotti dal ritiro o dalla sedimentazione della malta legante.

3.11.5 Rinforzo di volte e murature con SRG/SRP

Preparare le superfici oggetto del rinforzo ripulendole accuratamente da ogni elemento che possa pregiudicare l'adesione del sistema di rinforzo e predisporre eventuali sistemi di ancoraggio meccanici o perfori per l'inghisaggio di estremità dei tessuti.

La superficie di posa del tessuto in fibra di acciaio dovrà essere adeguatamente preparata, sigillando le lesioni e regolarizzando le discontinuità, fino ad ottenere le condizioni di posa prescritte dal produttore.

Su supporto primerizzato, in funzione delle specifiche indicazioni di progetto, sarà applicata una delle seguenti matrici:

- matrice inorganica (malta a base di legante idraulico o a base di calce idraulica naturale, appositamente testata e certificata dal produttore del tessuto per il tipo di applicazione previsto).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 111 di 174

- matrice organica (a base di resina epossidica, appositamente testata e certificata dal produttore del tessuto per il tipo di applicazione previsto).

Applicata la matrice, a fresco, procedere all'eventuale inserimento di una estremità del tessuto nei perfori o nei sistemi di fissaggio meccanici precedentemente predisposti, stendere il tessuto, pretensionare (se previsto) e bloccare l'altra estremità della striscia e, con spatola metallica e/o cazzuola, annegare completamente il tessuto all'interno della matrice.

A fresco applicare una ulteriore mano di matrice assicurandosi che il tessuto non rimanga in alcuna zona scoperto.

Ove previsto dal progetto o indicato dalla D.L., potrà essere richiesta la fornitura e posa di piastre di ancoraggio e/o di connettori ricavati dal tessuto, opportunamente lavorati ed inghisati entro fori praticati sulla muratura.

La finitura con intonaco tradizionale o con intonaco termico di protezione dal fuoco dovrà essere preceduta (nel caso di matrici epossidiche o epossicementizie) dall'applicazione a fresco sull'ultimo strato di matrice di uno spolvero di quarzo di granulometria adeguata.

3.12 OPERE DA CARPENTIERE

3.12.1 Generalità

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Prima della fornitura delle strutture l'appaltatore dovrà fornire, a sua cura e spese e con la firma del progettista e propria, in tempo utile per l'esame e la preventiva approvazione della D.L., le tavole "costruttive" delle opere lignee con indicazione della ferramenta e dei particolari di dettaglio delle giunzioni. Per la ferramenta "a vista" potrà essere richiesta la predisposizione di campionature.

Le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere tra loro collegate solidamente mediante caviglie, tirafondi autoperforanti, chiodi ad aderenza migliorata, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza preforo.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla D.L.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 112 di 174

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile. L'impresa dovrà prevedere tutte le opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità delle strutture in fase di montaggio. In particolare dovranno essere inseriti controventamenti provvisori in corrispondenza delle capriate fino all'avvenuto montaggio delle falde di copertura.

Nel caso in cui il legno fornito al cantiere già trattato debba essere sagomato e tagliato a misura in opera, l'impresa dovrà aver cura di ripassare la superficie di taglio con almeno due mani di prodotto protettivo, onde evitare possibili zone di innesco del degrado.

3.13 RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE LIGNEE

3.13.1 Generalità

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'Appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni che – salvo diversa indicazione – si intendono già comprese nei prezzi delle lavorazioni e che dovranno essere quindi eseguite senza maggior onere per il committente:

- pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L. (pulitura manuale con stracci e spazzole, aria compressa, bidone aspiratutto, evitando puliture troppo aggressive che comportino asportazione di materiale). Ove indicato dalla D.L. si potrà procedere alla eventuale scartavetratura, sabbiatura e/o pulizia con spazzole in acciaio;
- accertamento delle cause del degrado della struttura effettuato mediante analisi visiva, battitura, saggi eseguiti mediante perforazioni con punte da legno di ridotto diametro e/o altri metodi concordati con la D.L.;
- eventuale smontaggio di porzioni di muratura e di elementi (es. tavolati ecc..) che impediscono una completa indagine/ispezione degli elementi e la successiva esecuzione degli interventi;
- analisi dettagliata delle parti da asportare e da ripristinare;
- marchiatura (con gesso e/o etichette rimovibili) degli elementi degradati, rilievo fotografico e predisposizione di una tavola di mappatura che verrà fornita alla D.L. per permettere una verifica preventiva prima dell'inizio degli interventi di consolidamento. Dovrà altresì essere cura dell'Appaltatore la verifica, e la successiva elaborazione e restituzione grafica, dell'essenza e della qualità di resistenza del legname (es. classificazione a vista secondo normative vigenti) e la rispondenza alle ipotesi di progetto;
- rimozione, su indicazione della D.L., delle parti lignee marcescenti al fine di valutare la sezione resistente residua, prevedendo ove necessario le puntellazioni provvisorie;
- puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il rivestimento dei carichi sulle parti sane o sulle murature adiacenti.

Gli interventi di progetto dovranno essere adattati all'effettivo stato di degrado.

Le opere di consolidamento previste dal progetto dovranno in ogni caso (e senza maggior onere per il Committente) essere completate da:

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 113 di 174

- trattamento antiruggine, di protezione e di finitura degli elementi metallici (es. grappe, staffe) esistenti;
- verifica ed integrazione delle chiodature esistenti tra le membrature mediante fornitura e posa in opera di viti autoperforanti, chiodi ad aderenza migliorata, bulloni, piastre in acciaio, cunei e biette in legno, nastri forati ed altri dispositivi come indicato dal progetto e concordato con la D.L. Tutti i connettori (viti e bulloni) dovranno essere certificati in termini di resistenza meccanica e resistenza alla corrosione.

- la fasciatura di elementi fessurati e la eventuale messa in opera di tavoloni/spessori in legno.

Si intende a carico dell'impresa la verifica della resistenza del legname (es. classificazione a vista secondo normative vigenti) e la rispondenza alle ipotesi di progetto.

Le operazioni di indagine e consolidamento dovranno essere eseguite da maestranze con provata esperienza.

3.13.2 Sostituzione di travi in legno

L'integrale sostituzione di travi in legno sarà da effettuarsi esclusivamente in caso di assoluta inconsistenza fisico-materico-strutturale della trave, o ad insindacabile giudizio della D.L.

L'Appaltatore dovrà preventivamente puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con più puntelli da collocarsi parallelamente alle travi.

Sopra ai puntelli in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, si dovrà collocare un'architrave sulla quale verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Nel caso in cui la puntellatura dovesse appoggiare sopra a un solaio non sufficientemente solido, si dovranno posizionare i puntelli in modo da gravare su elementi strutturali sufficientemente resistenti; nel caso in cui, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio sottostante non fosse in grado di offrire sufficienti garanzie di resistenza, sarà necessario scaricare i puntelli sulle murature perimetrali, o prolungarli e sovrapporli sino al solaio del piano inferiore.

L'Appaltatore dovrà altresì impiegare tavole in legno di idonea sezione posizionate alla base dei puntelli per una migliore ripartizione dei carichi.

In ogni caso la trave liberata dalla muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà essere tagliata.

La nuova trave dovrà corrispondere come materiale, essenza, qualità e dimensioni ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto. Dovrà essere messa in opera ripristinando compiutamente l'equilibrio strutturale preesistente.

A discrezione della D.L. e della Soprintendenza, potrà essere richiesta la mordenzatura delle travi di nuova fornitura per meglio adattare all'esistente.

3.13.3 Sostituzione del tavolato esistente

L'operazione si effettuerà solo nel caso in cui il tavolato esistente non fosse più assolutamente in grado di fornire sufficienti garanzie statiche, e fosse eccessivamente marcescente.

Tale sostituzione potrà essere parziale prevedendo il riutilizzo delle tavole esistenti recuperabili.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 114 di 174

L'Appaltatore effettuerà preventivamente tutte quelle opere di puntellatura e/o di rafforzamento degli elementi della struttura in modo da poter effettuare le opere di demolizione e di rimozione secondo le norme contenute nel presente capitolato. Dovrà utilizzare per la sostituzione del tavolato esistente tavole in legno la cui essenza sarà quella prescritta dagli elaborati di progetto e le cui caratteristiche tecniche saranno conformi a quelle del presente capitolato.

Le tavole, poste in opera a giunti sfalsati, salvo diverse indicazioni di progetto, dovranno avere uno spessore non inferiore a 30 mm, larghezza non inferiore a 20 cm ed essere rifilate, intestate e collegate alla struttura mediante viti autoperforanti (o altro dispositivo indicato dal progetto e dalla D.L.). In presenza di carichi concentrati agenti su tavolati singoli dovranno in generale essere utilizzate tavole con incastro maschio/femmina in alternativa ad opportuni sistemi di ripartizione dei carichi.

Il tavolato così realizzato, se richiesto, dovrà essere connesso alle murature adiacenti secondo le modalità indicate dal presente capitolato.

Tali indicazioni valgono anche per nuovi tavolati.

3.13.4 Collegamento delle travi alle murature perimetrali

Secondo le indicazioni di progetto e della D.L. le travi potranno essere collegate alle murature perimetrali tramite barre in acciaio inox inghisate nelle murature stesse collegate con saldatura a piastre in acciaio inox chiodate alle travi. I fori per l'alloggiamento delle barre dovranno essere aspirati o spolverati con scovolino prima del riempimento e richiusi perfettamente avendo cura di iniettare la resina o la malta del tipo prescritto fino al fondo del foro. Eventuali colature o sbavature dovranno essere rimosse e pulite in modo da non macchiare o rovinare le strutture circostanti.

3.13.5 Ripristino di struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata

L'impresa è tenuta a verificare preliminarmente lo stato di consistenza fisico materica del manufatto, così pure la sua effettiva efficienza statica, prima di effettuare qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante.

Si cercherà sempre primariamente di intervenire con metodi leggeri che impieghino il legno in prima istanza, utilizzando le tradizionali tecniche di sostituzione tramite incalzi della stessa essenza, o con nuove strutture di supporto quali mensole, puntoni e saette opportunamente incastrati, reggiati e/o chiodati alle travi esistenti. Specifiche indicazioni a proposito saranno fornite all'Appaltatore da specifici elaborati di progetto e dalla D.L.

Il tratto di trave sostituito potrà essere collegato alla parte sana mediante piastra in acciaio inox inserita a scomparsa entro intaglio e successivamente inghisata con resina epossidica strutturale.

In casi particolari, dietro specifica richiesta della D.L. o quando previsto dal progetto, si potranno ricostruire parti in legno mediante conglomerati di resina e protesi costituite da barre di acciaio o di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro; la sezione e la distribuzione delle barre saranno quelle prescritte dagli elaborati di progetto od ordinate dalla D.L.

Previa puntellatura della struttura, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone al contorno, di parti di pavimentazioni, del manto di copertura con i relativi tavolati di supporto, dei travetti di ripartizione e di

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 115 di 174

parti della muratura che ammorsano la struttura. Dietro indicazioni della D.L. dovrà rimuovere le parti di legno eccessivamente marcescenti. Se espressamente richiesto, dovrà rimanere inalterata la sfoglia esterna del legno in modo da non creare danni ad eventuali zone pregevoli decorate e/o intarsiate e per non interrompere il disegno delle fibre.

Si dovranno successivamente praticare nel legno sano dei fori aventi la profondità e l'inclinazione prescritte dagli elaborati di progetto. Le barre, inserite negli appositi distanziatori e ben centrate, andranno applicate all'interno dei fori preventivamente puliti da ogni residuo di perforazione tramite aspirazione e/o insufflaggio.

La parte di legno eccessivamente degradata e rimossa dovrà essere reintegrata con materiali dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle del legno sano.

Si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., betoncini di resina il cui inerte sarà costituito da un composto ben amalgamato di trucioli di legno e farina, di canne e altre sostanze vegetali secche, assolutamente monde da impurità e compatibili con le resine.

Le casseforme lignee, il cui utilizzo e le cui dimensioni dovranno essere quelli prescritti dal progetto o richiesti dalla D.L., verranno trattate internamente con idonee sostanze disarmanti.

Il getto del betoncino si eseguirà conformemente alle indicazioni fornite dalla ditta produttrice e/o alle norme relative al confezionamento delle resine sintetiche del presente capitolato.

L'Appaltatore, se richiesto, dovrà iniettare contemporaneamente al getto paste fluide di resina o di altri composti analoghi.

Le casseforme andranno rimosse solo a presa avvenuta e la puntellatura potrà essere dismessa solo dopo la maturazione delle sostanze leganti.

3.13.6 Ripristino e consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici

Se la trave dovesse risultare ammalorata superiormente in linea di massima potranno essere sufficienti i posizionamenti di incalzi in legno della stessa essenza opportunamente dimensionati. Per travi ammalorate inferiormente si dovrà prioritariamente verificare la rottura delle fibre tese esterne, per constatare l'eventuale innesto di meccanismi di rottura irreversibili.

Il consolidamento di una struttura lignea mediante l'utilizzo di elementi metallici di rinforzo (piastre, mensole, regge, bulloni, fazzoletti) potrà essere effettuato in genere solo quando non sarà realizzabile nessun altro tipo di sistema o quando gli elementi risulteranno ricoperti da controsoffitti. La realizzazione degli elementi metallici dovrà essere conforme alle indicazioni di progetto, previa autorizzazione specifica della D.L. in seguito alle verifiche (statiche e materiche) prioritariamente effettuate sul manufatto.

Gli elementi metallici dovranno essere preventivamente puliti, sgrassati, trattati con idonee sostanze antiruggine e forati in modo da permettere il collegamento con la trave.

3.13.7 Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso

Operazioni di tipo estradosso su travi lignee saranno in linea di massima da evitarsi, prediligendo interventi all'intradosso come specificato nei successivi articoli. Nel caso in cui si dovessero necessariamente eseguire

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 116 di 174

lavori di consolidamento all'estradosso, l'Appaltatore, dopo aver rimosso la pavimentazione ed il massetto di sottofondo, potrà eseguire i trattamenti preliminari previsti collocando in corrispondenza dell'estradosso delle travi, dei profilati metallici delle dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto.

Realizzerà, quindi, i collegamenti tra la trave in legno e quella in ferro mediante apposite staffe e/o collegamenti metallici, preventivamente pulite, sgrassate e trattate con sostanze antiruggine, aventi passo e dimensione prescritti dagli elaborati di progetto.

Le staffe dovranno essere tirate in modo da trasmettere uniformemente il carico del solaio e della trave in legno sulle putrelle metalliche.

3.13.8 Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'intradosso

Fatte salve le prescrizioni di cui alle generalità, sarà possibile realizzare l'intervento esclusivamente su strutture lignee prive di pitturazioni, decori, intarsi o su travi nascoste da controsoffitti di cui si possano sostituire gli elementi.

L'Appaltatore dopo aver ricavato nella muratura gli alloggiamenti adatti alle teste dei profilati metallici di rinforzo, potrà collocare all'intradosso della struttura due putrelle delle dimensioni indicate dagli elaborati di progetto in aderenza ai lati delle travi previo trattamento protettivo del legno e del ferro.

In seguito si effettuerà il collegamento fra le putrelle e la trave tramite cravatte metalliche aventi il passo e la sezione stabiliti dagli elaborati di progetto. Nel caso in cui le putrelle ed i travetti della struttura non dovessero risultare ovunque in aderenza, dovranno essere predisposti ringrossi e spessori mediante biette di legno. La putrella potrà anche essere collocata direttamente sotto la trave lignea sempre secondo le indicazioni di progetto e della D.L. e le condizioni statiche di travi e solai. Potranno inoltre essere poste in opera putrelle rompi tratta disposte ortogonalmente alla trave lignea.

3.13.9 Consolidamento di travi mediante accoppiamento di tavoloni

L'intervento, da eseguirsi secondo le indicazioni di progetto e della D.L., comprenderà l'accoppiamento alle travi lignee esistenti di tavoloni in legno di classe di resistenza non inferiore a C24 secondo UNI EN 338 stagionato, trattato con antitarlo ed antimuffa e lavorato all'ascia e alla sega. Il tavolone, che potrà essere posto, a seconda delle esigenze e delle indicazioni di progetto, all'estradosso, all'intradosso o ai fianchi delle travi esistenti, dovrà essere reso con queste collaborante mediante l'inserimento di opportuni elementi di collegamento quali tirafondi, viti, bulloni, fasciature in acciaio inox o zincato, incollaggio.

Potrà essere richiesta la sagomatura - anche in opera - dei tavoloni per l'adattamento alle dimensioni e alle irregolarità delle travi esistenti.

Prima di procedere all'incollaggio, dovrà essere eseguita l'accurata pulizia e la preparazione della superficie di contatto.

Tale modalità di intervento – opportunamente semplificata secondo le indicazioni di progetto e della D.L. – potrà essere sfruttata, all'occorrenza, anche come sistema di compenso/spessoramento dell'estradosso delle travi esistenti negli interventi di posa di un nuovo tavolato.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 117 di 174

3.13.10 Rigenerazione di testate di travi e nodi di incavallature

L'intervento verrà eseguito allorché la testa di una trave risulti deteriorata in modo avanzato (tanto da compromettere la stabilità dell'intera unità strutturale con il rischio di coinvolgere, per l'azione che le strutture ausiliari esercitano, quelle adiacenti) e, pur non garantendo un adeguato appoggio, non si ritiene opportuno operare la sostituzione totale della struttura, sia per ragioni estetiche che conservative, sia economiche che logistiche (difficoltà della procedura di sostituzione). Prima di eseguire qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante parziale o integrale, dovrà essere effettuata una scrupolosa campagna diagnostica del manufatto al fine di verificare lo stato conservativo della trave, e la sua reale efficienza statica.

Questa categoria di intervento può essere attuata con diverse tecnologie esecutive, con diversi gradi di reversibilità e compatibilità con le strutture esistenti.

3.13.11 Ricostruzione mediante protesi in legno

La procedura si eseguirà generalmente dall'estradosso della trave; previa puntellatura della struttura, con ritti regolabili da cantiere eventualmente integrati da traversi e/o altre opere provvisorie, si rimuoveranno nelle zone limitrofe alla testa della trave le porzioni del pavimento o del manto di copertura con i relativi tavolati di supporto ed eventuali travetti o morali dell'orditura secondaria; infine si scoprirà la testa della trave liberandola dall'ammorsatura del muro. Si eseguirà, seguendo le indicazioni di progetto, un'accurata pulizia al fine di evidenziare la parte danneggiata e si asporteranno le parti deteriorate (marcescenti) del legno che, a giudizio della D.L., non potranno essere risanate; si ricorda che sarà esplicitamente vietato l'uso dell'accetta.

La creazione d'appropriate protesi in legno potrà essere eseguita seguendo diverse tecniche, in ogni caso l'obiettivo dell'intervento, oltre al ripristino dell'efficacia del collegamento esistente, sarà quello di mantenere, per quanto sarà possibile, l'articolazione e la duttilità originale del nodo. Il materiale ligneo, da mettere in opera per l'integrazione, dovrà essere d'eccellente qualità (anche superiore a quella del materiale originale), privo di difetti, a bassa umidità (non dovrà superare il 6-10 %); inoltre dovrà essere, se sarà possibile, della stessa specie legnosa o, altrimenti, di una specie altrettanto dura e durevole. Tutto il legname utilizzato dovrà essere preventivamente trattato con prodotti biocidi.

3.13.12 Protesi con legno lamellare "artigianale"

L'operazione prevedrà la creazione di teste di travi o nodi di capriate tramite legno lamellare artigianale eseguito in cantiere mediante la posa in opera di tavolette (di norma della stessa specie legnosa e di uno spessore di circa 25 mm) attaccate gradualmente sul legno originario e tra loro. Tra queste fasce di legno sarà possibile inserire delle lamine in acciaio inossidabile 18/8 AISI 304L (in alternativa delle barre d'acciaio inossidabile filettate o ad aderenza migliorata) sigillate con adesivo epossidico a consistenza tissotropica (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm², resistenza a compressione 45-55 N/mm², resistenza a flessione 30-60 N/mm², modulo elastico 4000 N/mm²). Questa tecnica presenterà il vantaggio di una possibile, quanto parziale reversibilità; di contro è una tecnica lenta e talvolta onerosa (è

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 118 di 174

consigliabile che la procedura sia eseguita da manodopera specializzata) inoltre, normalmente, si rileva difficile aumentare i carichi d'esercizio mantenendo le sezioni originali.

3.13.13 Protesi con guance

L'intervento verrà realizzato mediante l'aggiunta di "guance" lignee, composte da tavole di legno duro o strisce di pannelli di compensato multistrato per usi strutturali sui bordi della struttura per tutta la luce della membratura o del nodo, eseguendo le connessioni nelle parti sane delle membrane.

La specie legnosa dovrà, preferibilmente, essere la stessa della membratura ma, se ciò non risultasse fattibile, si potrà optare per altra specie con accentuate caratteristiche meccaniche. Questa procedura verrà utilizzata, prevalentemente, per il rinforzo di strutture secondarie dove gli sforzi non avranno ordini di grandezza elevati e, presentando, sovente, sezioni non rigorosamente uguali per tutti gli elementi, l'eventuale lieve aumento di spessore potrà essere accetto; nel caso in cui la struttura sarà sottoposta anche a sforzi di torsione l'operazione sarà sconsigliata.

Queste lamine di compensato ligneo, messe in opera già forate (lunghezza minima 1,5-2 h membratura), dovranno essere incollate alla struttura originale mediante adesivo epossidico ed ancorate mediante barre filettate in acciaio inossidabile AISI 316L fermate con dadi ciechi (minimo ϕ 10 mm inghisato in ϕ 14 mm) o viti autofilettanti in acciaio inossidabile seguendo le indicazioni di progetto; talvolta potrà essere necessario mettere in opera anche cerchiature, in special modo in presenza di sezioni sottoposte a momento flettente (per maggiori specifiche sull'inserimento di cerchiature si rimanda all'articolo specifico).

Specifiche: nel caso in cui le guance saranno costituite da tavole di legno duro sarà necessario disporle in modo da contrastare il naturale ritiro del legno, pertanto se i dispositivi di collegamento saranno posti in vicinanza o direttamente agenti sui bordi, la tavola dovrà essere posta in modo che la concavità degli anelli di accrescimento sia rivolta verso l'interno così da contrastare l'imbarcamento; mentre se i collegamenti saranno posizionati in corrispondenza dell'asse longitudinale la disposizione sarà opposta ovvero sia con gli anelli di accrescimento rivolti verso l'esterno.

Su autorizzazione della DL potranno essere impiegati anche elementi di collegamento in acciaio non inossidabile.

3.13.14 Protesi con incalmi e lame in acciaio

L'intervento si baserà sulla tecnica dell'incalmo, ovvero sia la sostituzione della parte degradata con una protesi di legno massiccio stagionato della stessa specie di quello originale, unita al moncone sano mediante una giuntura verticale da realizzarsi con profili ad incastro (ad es. a metà legno retto od obliquo, a dardo di Giove, a forchetta ecc.), sagomato seguendo le prescrizioni di progetto o specifiche delle D.L. (di norma la lunghezza dell'incastro varia dalle 2 alle 3 altezze della trave). Al fine di migliorare questa unione si potranno utilizzare delle appropriate cravatte metalliche o dei bulloni in acciaio inossidabile a sezione circolare e testa esagonale vincolati al legno con dado cieco e rondella in acciaio con diametro minimo 3,5 ϕ (con ϕ = al diametro del bullone) e spessore di almeno 0,3 ϕ (in ogni caso non inferiore ai 4 mm). I bulloni dovranno

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 119 di 174

essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e, se sarà necessario, dovranno essere ulteriormente stretti quando il legno avrà raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il collegamento potrà essere realizzato mediante piastre in acciaio inox eventualmente inserite a scomparsa entro intagli e inghisate con resina epossidica strutturale.

Su autorizzazione della D.L. potranno essere utilizzate barre nervate B450C (FeB44K) in acciaio inossidabile per una lunghezza minima di ancoraggio di 300 mm. Queste barre verranno posizionate in altrettanti fori o scassi laterali (distanza minima tra centro della barra ed i bordi laterale, inferiore/superiore della sezione $2,5 \times \square = 35 \text{ mm}$) realizzati nella trave e nella protesi, tramite trapani o frese, vincolate alla struttura lignea tramite adesivo strutturale epossidico (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm², resistenza a compressione 45-55 N/mm², resistenza a flessione 30-60 N/mm², modulo elastico 4000 N/mm²) ed, in caso di scassi laterali, saranno richiuse con un tassello in legno che, consentendo una finitura con pialletto, permetterà di raggiungere una buona risoluzione estetica.

Su autorizzazione della D.L. potranno essere impiegati anche elementi di collegamento in acciaio non inossidabile.

Dovrà essere assicurata una ottimale adesione al legno ed alla piastra metallica prevedendo tutti i necessari accorgimenti (es. sabbiatura e sgrassatura delle superfici metalliche; eventuale pretrattamento con resina epossidica e polvere di quarzo ecc.).

La lavorazione dovrà comprendere la preparazione e l'eventuale trattamento con adeguato primer delle superfici di incollaggio, le opere murarie, il trattamento antitarlo e antimuffa delle parti lignee di contatto tra l'esistente e la parte posta in opera in sostituzione di quella degradata.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire tutte le operazioni e gli adattamenti atti a consentire il montaggio della protesi in presenza di ferramenta (es. chiodature e staffe di ancoraggio), compreso il mantenimento/ripristino delle ferramenta esistente ed relativo restauro con prodotti passivanti.

L'intervento dovrà essere eseguito nel pieno rispetto delle indicazioni di progetto e di quanto prescritto in corso d'opera dalla Direzione dei Lavori.

3.13.15 Ricostruzione mediante betoncino epossidico ed elementi di rinforzo

Questo tipo di intervento dovrà essere eseguito solo in caso di vera necessità e quando non si possa realmente intervenire con sistemi meno invasivi. L'intervento si effettuerà dall'estradosso della trave e seguirà le medesime procedure preliminari del precedente ad eccezione della possibilità, se espressamente richiesta dalla D.L., di lasciare uno strato superficiale di legno in modo da assumere la funzione di cassatura, almeno parziale, del successivo getto. Si praticheranno dei fori nel legno sano aventi profondità ed inclinazione dettate dal progetto; previa pulizia del foro mediante aspirazione dei trucioli si inseriranno, seguendo le indicazioni di progetto, le barre in acciaio inossidabile B450C (FeB44K) ad aderenza migliorata o filettate (ad es. $\square 12 \text{ mm}$ inghisato in $\square 16 \text{ mm}$) o in vetroresina per una lunghezza minima indicata in progetto e si posizioneranno le eventuali staffe (di acciaio inossidabile) di completamento dell'armatura; infine si provvederà al getto riempitivo in conglomerato di resina epossidica normalmente caricato con inerti o fibre. Questo composto dovrà essere

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 120 di 174

capace di trasmettere sforzi di taglio nell'ordine di grandezza di quelli sopportati dal legno massiccio (circa 2-3 N/mmq).

L'eventuale cassatura potrà essere rimossa solo a presa avvenuta (circa una settimana), mentre la puntellatura potrà essere dismessa previa ricostruzione della breccia e maturazione del getto.

3.13.16 Consolidamento di travi mediante cerchiature

La procedura si rivolgerà a strutture sottoposte a sollecitazioni non elevate interessate da rotture, deformazioni o in ogni caso fessurate, purché queste non siano attaccate da funghi insetti o altre patologie debilitanti i tessuti legnosi. Questa tecnica si baserà sul ricollegamento di porzioni distaccate attraverso l'operazione combinata di viti autofilettanti e di cerchiature metalliche. Sarà una procedura totalmente reversibile che non richiederà alcuno smontaggio dell'unità strutturale.

Previo puntellamento dell'unità strutturale si procederà all'immissione perpendicolare alla superficie di rottura (così da essere sollecitate, in prevalenza a taglio e trazione), delle viti autofilettanti (operazione da compiere a mano e con il sussidio di idonee dime lignee) in eventuali perfori eseguiti con trapano a sola rotazione munito di punta notevolmente più sottile del gambo della vite. L'uso del trapano potrà essere d'aiuto anche per sondare i tessuti legnosi, non si potrà, infatti, utilizzare questa procedura in presenza di rotture nette con tessuti legnosi affetti da attacchi biocidi (inconsistenza del legno). Le viti (minimo 6-8 mm) dovranno, preferibilmente, essere d'acciaio inossidabile (o in ottone) così da presentare, oltre alla resistenza alla corrosione, particolare proprietà di durezza del filetto e un'eccellente attitudine al taglio. La lunghezza sarà in rapporto alla sezione della struttura e seguirà le disposizioni di progetto, in ogni caso la parte liscia del gambo dovrà essere circa pari alla parte separata della trave più vicina alla testa della vite stessa.

La cerchiatura sarà composta, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, da due bracci piatti in acciaio inossidabile AISI 304L (uniti da viti di serraggio e di regolazione rivolte in basso per facilitare la regolazione) sagomati a sella (al fine di escludere sollecitazioni nocive sui bordi della struttura in fase di bloccaggio e di esercizio) nelle parti (superiori ed inferiori) a contatto con la trave, ma con l'interposizione di idonei materiali (tavole di legno duro, strisce di compensato per usi strutturali ecc.) adatti a diffondere le tensioni ed evitare il contatto diretto tra acciaio e legno, sovente fonte di condense, a tal fine anche i bracci laterali saranno tenuti separati dal legno mediante interposizione di foglio in neoprene.

3.13.17 Trattamento di disinfestazione del legno

Salvo diversa indicazioni degli elaborati di progetto e della D.L., si intende a carico dell'impresa l'effettuazione su tutte le strutture lignee del trattamento antitarlo ed antimuffa.

La difesa del legno da microrganismi e insetti di varia natura che lo attaccano alterandolo, richiederà interventi a vari livelli: l'eliminazione delle sostanze alterabili contenute nel legno, ovvero la difesa dello stesso con insetticidi che oltre a precludere la vita a microrganismi, funghi e insetti possono anche impedire, se oleosi, l'assorbimento non voluto di acqua dall'ambiente. All'eliminazione delle sostanze alterabili si può pervenire con il metodo della vaporizzazione, all'antisepsi con diversi procedimenti e prodotti.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 121 di 174

I trattamenti antisettici del legname e le sostanze adatte ad una corretta disinfestazione dovranno in linea di massima seguire in tutto o in parte (ma senza pregiudicare il risultato finale), le seguenti fasi:

- il biocida dovrà colpire direttamente le larve e le crisalidi in modo da ucciderle;
- tutte le zone con superfici esposte dovranno essere trattate con insetticida e con biocidi fluidi ad alta penetrazione per creare una zona impregnata di veleno, attraverso la quale dovrà passare l'insetto xilofago per uscire in superficie;
- il trattamento superficiale dovrà lasciare uno strato di insetticida sulla superficie e in tutte le fessure del legno; gli insetti dannosi provenienti da altre zone saranno eliminati entrando in contatto con la zona trattata, le uova depostate in superficie si atrofizzeranno e/o saranno distrutte, mentre le larve che stanno nascendo moriranno prima di penetrare nel legno;
- tutti i legni che hanno subito un attacco in profondità deteriorando l'essenza, dovranno subire un intervento di consolidamento in conformità a quanto precedentemente esposto.

L'intervento di disinfestazione dovrà essere tale da eliminare gli agenti biologici negativi esistenti e prevenire eventuali infestazioni future.

Per i trattamenti curativi sarà necessario scegliere il periodo di maggiore attività dell'insetto e quello in cui si trova più vicino alla superficie, cioè il tempo che precede la ninfa e il periodo di sfarfallamento: primavera e/o inizio estate.

Il preservante andrà applicato a spruzzo o a pennello, ripetendo il trattamento 2/3 volte consecutive per permettere all'insetto di penetrare nel legno il più profondamente possibile. Sarà bene evitare l'uso di prodotti in soluzione acquosa in quanto la capacità di penetrazione dipende dall'umidità del legno.

Qualora si prevedesse l'uso di tali insetticidi (presentando il vantaggio di essere inodori), sarà indispensabile bagnare abbondantemente il legno con acqua prima di ogni applicazione. Gli insetticidi sciolti in solvente organico saranno da preferirsi in quanto possiedono una maggiore capacità di penetrazione nel legno secco e attraverso un processo di diffusione capillare sanno distribuirsi nei tessuti legnosi, diffusamente e profondamente. Sarà necessario porre la massima attenzione ad eventuali effetti negativi causati dall'odore penetrante e sgradevole che alcune volte questi insetticidi emanano. Gli insetticidi consentiti dovranno essere sperimentati con successo dal Centro Nazionale del Legno di Firenze o da altri Centri di comprovata competenza, soddisfare a criteri di atossicità, stabilità alla luce e ai raggi UV nonché non produrre alterazioni cromatiche.

I prodotti utilizzabili per l'operazione di disinfestazione potranno essere:

Disinfestazione dal capricorno delle case e dall'*hesperophanes cineres*

Sarà consentito l'uso di curativi solubili in acqua solo in particolari condizioni; questi saranno a base di soluzioni di miscele di fluoruro di sodio dinitrofenolo e bicromati, poliborati di sodio.

In linea di massima potranno essere utilizzati prodotti a base di naftalina clorurata, pentaclorofenolo, tetraclorofenolo, paradichlorobenzolo, esaclorocicloesano, ossido tributilico di stagno.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 122 di 174

Funghi

Il trattamento antimicotico prevederà l'uso di prodotti particolarmente efficaci anche contro gli insetti, si tratterà in generale di prodotti a base di fluoruri, composti di cromo ed arsenico, pentaclorofenolo ecc. Poiché è raro che un fungo abbia capacità di sviluppo con umidità inferiore al 22% e comunque valori di umidità del 12/14% escludono in modo assoluto qualsiasi pericolo, bisognerà, in ogni caso che l'intervento complessivo sulla fabbrica, garantisca che le strutture lignee in nessun momento successivo possano riassumere valori di umidità tali da permettere attacchi. Dopo aver effettuato l'intervento che garantisca l'eliminazione e/o la prevenzione da un anomalo livello di umidità, il legno infestato potrà essere eliminato ovvero bruciato, le fessure nella muratura penetrate dal fungo dovranno essere trattate col calore di adatto strumento; le precedenti operazioni andranno eseguite con la massima accuratezza e delicatezza e dovranno comunque essere evitati danni ai manufatti e/o materiali adiacenti. Potrebbe risultare necessario effettuare un intervento radicale mediante iniezioni di biocida sia nel legno che negli intonaci circostanti.

A tal proposito saranno usati iniettori del tipo già descritto per le impregnazioni con resina. In generale le sostanze antisettiche preferibili in quanto ad alto potere biocida e comunque non troppo evidenti dopo l'applicazione saranno:

- derivati dal catrame, quali il creosoto (olio di catrame), il carbolineum (olio pesante di catrame clorurato), xilamon (naftalina clorurata), emulsioni di creosoto in soluzioni alcaline o addizionate a composti ammoniacali di rame o zinco, i fenoli (dinitrofenolo, dinitrocresolo, penta e tetraclorofenolo, paradichlorobenzolo);
- composti degli alogeni, fluoruro di sodio e di potassio, fluorosilicato di magnesio e di zinco ecc. I composti di fluoro saranno particolarmente adatti nella lotta contro i funghi;
- derivati del boro (borace, tetraborato di sodio).

Potrebbe comunque essere utile l'uso di appropriate miscele dei predetti per ottenere un miglioramento complessivo delle proprietà biocide.

Saranno preferite miscele a base di composti di fluoro ovvero miscele di dinitrofenolo con fluoruro di sodio (proporzione 11:89) con aggiunta o meno di arsenico; miscele di fluoruri con sali arsenicati di sodio; miscele di arsenati e bicromati; naftolo in soluzione alcolica.

L'efficacia del procedimento di disinfestazione sarà comunque condizionata dalla sua accuratezza e soprattutto dalla reale estensione di tutta la superficie: i punti delicati saranno le sezioni di testa, le giunzioni, gli appoggi e in genere tutti quei punti dove la superficie è stata alterata per incastri, tratti di sega, buchi per chiodi; sarà indispensabile porre la massima attenzione affinché il trattamento coinvolga completamente i precedenti punti. In questi casi sarà comunque necessario agire nel seguente modo: si inserirà tra due superfici di contatto oppure sulle sezioni di testa una pasta al 50% da sale biocida (ad esempio utilizzando una miscela composta da fluoruri e sali arsenicati di sodio) e 50% d'acqua (il fabbisogno sarà 0,75 Kg di pasta per mq di superficie) e si ripasserà infine tutte le connessioni e/o sezioni di testa con la medesima soluzione salina.

L'operazione dovrà essere seguita dopo 2 anni da un intervento a spruzzo con gli stessi sali, intervento che andrà ripetuto dopo 5 anni dal primo.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 123 di 174

3.14 RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DELLE COPERTURE LIGNEE

Oltre alle indicazioni relative al consolidamento delle strutture lignee (vedi relativo paragrafo) si riportano le seguenti disposizioni.

3.14.1 Generalità

Per garantire l'integrità degli elementi componenti e il corretto svolgimento delle operazioni di recupero l'appaltatore dovrà prevedere:

- puntellamento e/o sbatacchiamento con appropriati ritzi regolabili da cantiere della struttura portante del tetto;
- rimozione dei canali di gronda delle canne fumarie, dei comignoli, delle antenne, delle scossaline e quant'altro sia presente sulla copertura;
- verifica della stabilità dei cornicioni e, nel caso siano direttamente connessi con la struttura del tetto, provvedere ad idonei puntellamenti;
- rimozione del manto di copertura ed accatastamento all'interno del cantiere od in altro luogo sicuro (in ogni caso non in modo da gravare sulla struttura dell'edificio);
- verifica di ogni singolo elemento che compone il manto di copertura (presenza di eventuali rotture e/o cricature, controllo delle sezioni resistenti) al fine di accertarne l'eventuale riutilizzabilità e, in tal caso, procedere con la rimozione dalla superficie di ogni genere di deposito (muschi, licheni ecc.) per mezzo di una pulitura manuale tramite bruschinaggio con spazzole di saggina e successiva battitura;
- marchiatura (con gesso e/o etichette rimovibili) degli elementi degradati, rilievo fotografico e predisposizione di una tavola di mappatura che verrà fornita alla D.L. per permettere una verifica preventiva prima dell'inizio degli interventi di consolidamento;
- totale o parziale (a seconda del tipo di intervento) rimozione del sottopiano (in pianelle o in tavolato) e della piccola orditura lignea compreso il disancoraggio dalla struttura primaria e loro, eventuale, accatastamento in luogo sicuro ed esterno alla struttura, facendo cura di selezionare gli elementi ancora efficienti e riutilizzabili ed effettuare eventuali interventi di pulitura che dovranno essere di tipo manuale con l'ausilio di spazzole di saggina. Nel caso in cui gli elementi si presentassero alterati (dipinti, trattati con materiali cerosi o vernici a smalto) e il progetto preveda il ripristino dello stato originale, occorrerà procedere alla loro sabbiatura con l'ausilio di appropriati apparecchi aeroabrasivi ricorrendo ad inerti indicati, nello specifico, dalla D.L.

3.14.2 Collegamento tra le strutture della copertura e la muratura

Particolare attenzione si dovrà porre nel valutare l'effettiva capacità meccanica delle murature d'imposta, sovente soggette ad infiltrazioni d'acqua, ad oscillazioni termiche (con conseguente disgregazione dei giunti di malta e degrado del materiale costituente l'apparecchio) e, appunto, alle sollecitazioni degli appoggi delle strutture lignee.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 124 di 174

Per quanto detto sopra risulta, sovente, consigliabile “bonificare”, ovvero consolidare preventivamente le murature sommitali mediante il ripristino dell’imposta con elementi di laterizio pieno ben apparecchiati con malta idraulica. Varianti di questa procedura sono trattate nell’articolo specifico sul consolidamento delle murature.

3.14.3 Collegamento alla muratura mediante piatti/elementi metallici

Staffe di ancoraggio delle strutture lignee principali (capriate) alla muratura

Fornitura e messa in opera di staffe metalliche per l'ancoraggio di strutture lignee principali (capriate) alle murature secondo le indicazioni di progetto e della D.L. Il rinforzo verrà in generale eseguito con perni (perni filettati e/o barre nervate B450C/Feb 44k di diametro in genere non inferiore a 12 mm) in acciaio inox AISI 304 inghisati per almeno 2/3 dello spessore della muratura con resina epossidica, secondo indicazioni del progetto e della D.L.. In situazioni particolari, per assicurare un adeguato ancoraggio, potrà essere prevista l'esecuzione di contropiastra ad incasso. La barra inghisata nella muratura verrà ancorata alla capriata o alla mensola mediante un profilo metallico (es. elemento angolare) collegato alle strutture lignee con viti/tirafondi o bulloni ed al perno filettato inghisato nel muro mediante dado/controdado e rondella a norma DIN 1052.

Staffe di ancoraggio delle strutture lignee secondarie (arcarecci, travi, diagonali, ecc.) alla muratura

Fornitura e messa in opera di staffe metalliche per l'ancoraggio di strutture lignee secondarie (arcarecci, travi, diagonali, ecc.) alle murature secondo le indicazioni di progetto e della D.L.. Il rinforzo verrà in generale eseguito con perni (perni filettati e/o barre nervate B450C/Feb 44k di diametro in genere non inferiore a 12 mm) in acciaio inox AISI 304 inghisati per almeno 2/3 dello spessore della muratura con resina epossidica, secondo indicazioni del progetto e della D.L. In situazioni particolari, per assicurare un adeguato ancoraggio, potrà essere prevista l'esecuzione di contropiastra ad incasso. La barra inghisata nella muratura verrà in generale preventivamente saldata in officina ad un piatto forato in acciaio inox (di spessore in genere non inferiore a 6 mm) successivamente collegato alle strutture lignee mediante viti/tirafondi autoperforanti (prevedere almeno n° 8 viti con diametro del gambo ≥ 6 mm). In alternativa su autorizzazione della D.L. l'ancoraggio potrà essere effettuato mediante un profilo metallico (es. elemento angolare) collegato alle strutture lignee con viti/tirafondi ed al perno filettato inghisato nel muro mediante dado/controdado e rondella.

Collegamenti alla muratura mediante barre filettate in acciaio inox

Ancoraggio di elementi lignei alla muratura mediante fornitura e posa in opera di barre filettate in acciaio inox AISI304L e/o AISI 316L di diametro 12-16 mm e lunghezza indicata dal progetto, comunque non superiore ai 2/3 dello spessore della muratura. Le barre verranno inserite in appositi fori, da eseguire sulla muratura con strumenti a rotazione e perfettamente puliti e lavati per assicurare la buona adesione della resina di inghisaggio, generalmente epossidica.

La lavorazione comprenderà la realizzazione dei fori, l'inghisaggio, l'eventuale fornitura e posa in opera di piastre e/o rondelle in acciaio inox, la fornitura e posa in opera di tamponi lignei/tavole di compenso, trattati con antitarlo e antimuffa, anche sagomate in sito, le assistenze murarie.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 125 di 174

3.14.4 Collegamento mediante cerchiatura dell'edificio in sommità

3.14.4.1 Cordolo in muratura armata

Si metterà in opera un cordolo in muratura armata con barre nervate B450C (FeB44K) in acciaio inossidabile. Per armare il cordolo dovranno essere utilizzate barre ad aderenza migliorata in acciaio inossidabile del diametro compreso tra 6 e 16 mm e dovrà in generale non essere inferiore a n°6 barre diametro 6-8 mm o comunque alle prescrizioni di progetto.

Le barre dovranno essere adeguatamente collegate per sovrapposizione (non inferiore ad 80 cm, ove non diversamente specificato) curando in modo opportuno lo sfalsamento delle giunzioni stesse. Il collegamento tra le barre potrà essere integrato mediante saldatura.

L'altezza del cordolo sarà dettata dai disegni di progetto, comunque non potrà essere inferiore a quattro filari di mattoni pieni con i rispettivi allettamenti di malta mentre, la larghezza minima, non dovrà essere inferiore alle due teste. Dovrà essere garantita la stabilità di aggetti di gronda mediante staffe secondarie (minimo ϕ 8/400 mm) opportunamente sagomate.

3.14.5 Connessione di elementi lignei mediante staffe e/o piastre metalliche

Al fine di migliorare o creare collegamenti tra i vari elementi lignei costituenti l'orditura primaria e secondaria, e seguendo le necessità dettate dal progetto, si potranno posizionare delle piastrine in lamierino zincato (sezione minima 2x40 mm) ancorate sull'intradosso delle orditure minori (per es. travicelli o mezzanelle) e in seguito ripiegate sulla superficie di appoggio di terzere o travi di colmo. Queste piastre saranno ancorate alle strutture lignee attraverso viti autofilettanti o chiodi ad a.m. (minimo 3 ϕ 4 mm per ogni elemento). Se il progetto prevederà il collegamento, in corrispondenza dell'orditura principale (tramite tavola di legno o piatto metallico), di tutti i travicelli non si renderà necessario collegarli tutti ma sarà sufficiente vincolarne uno su tre o quanti indicati in progetto; in caso contrario occorrerà effettuare l'intervento su tutta l'orditura minuta. I correnti potranno anche essere collegati all'orditura principale mediante vaschette metalliche zincate a doppio vano oppure attraverso angolari di lamiera di acciaio muniti eventualmente, di squadretta di irrigidimento; entrambi i dispositivi di ancoraggio saranno opportunamente fissati alle strutture lignee attraverso chiodi inox o viti autofilettanti.

In alternativa per collegare i travicelli inclinati di falda alla trave di colmo o i falsi puntoni agli arcarecci si potranno utilizzare delle staffe metalliche verticali ritorte sagomate a sella secondo i disegni di progetto, in ogni caso si renderà necessario anche il posizionamento di un piatto metallico zincato da collocare sull'estradosso dell'orditura e fissato a questa tramite tirafondi filettati zincati. Sarà sempre consigliabile (nei casi in cui si renderà possibile) realizzare il collegamento tra puntoni contrapposti, attraverso l'inserimento di doppio bullone in acciaio zincato a sezione circolare (minimo \varnothing 14 mm su foro di \varnothing 15 mm) e testa esagonale vincolato al legno con dado e rosetta in acciaio poggiata sul legno per tutta la sua superficie.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 126 di 174

3.14.6 Irrigidimento e controventatura delle falde di copertura

3.14.6.1 Irrigidimento e controventatura mediante tavolato ligneo

La procedura risulta realizzabile in tutte le coperture semplici nelle quali il piano di appoggio del manto di copertura si rilevi visibilmente deformato, in uno stato avanzato di degrado e male, o per niente, ancorato all'orditura sottostante. Tale intervento risulta di facile esecuzione (non richiede, infatti, manodopera specializzata), veloce ed a secco.

Dopo aver eseguito le operazioni preliminari di smontaggio della copertura si procederà alla eventuale regolarizzazione con tavole sagomate a spessore variabile, alla posa in opera del tavolato ligneo perfettamente stagionato (ad es. abete o larice), di spessore indicato dai disegni di progetto (comunque non inferiore a 25 mm) ed in funzione dell'interasse dei morali o correnti, piallato, fissato a perfetto contatto e posizionato ortogonalmente alla pendenza di falda.

Il tavolato, che, ove richiesto, presenterà una maschiettatura da entrambi i bordi, sarà ancorato alla sottostante struttura attraverso viti autofilettanti di acciaio o chiodi ad aderenza migliorata (minimo 4 mm inseriti con trapani per chiodature oppure manualmente) cominciando dalla linea di gronda e proseguendo, per corsi rigorosamente paralleli, fino a quella di colmo.

Le giunzioni delle tavole dovranno essere opportunamente sfalsate.

Si ricorda che tutto il legno che andrà posato in opera dovrà essere preventivamente trattato con prodotti fungicidi e/o tarlicidi (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico).

In taluni casi potrà essere richiesta la realizzazione di un doppio tavolato incrociato in legno di abete o larice, impregnato, di classe di resistenza non inferiore a C24 secondo UNI EN 338. I due tavolati di spessore compreso tra 20 e 35 mm e comunque indicato dal progetto verranno posati a giunti sfalsati e collegati reciprocamente ed alle travi lignee sottostanti mediante viti e/o chiodi ad aderenza migliorata secondo le indicazioni del progetto esecutivo e le disposizioni della Direzione Lavori. In generale saranno da prevedere almeno due viti e/o chiodi ad aderenza migliorata per ogni incrocio con la sottostante orditura, per entrambi i livelli di tavolato. Si intende inclusa l'eventuale piallatura delle tavole; il trattamento con impregnante protettivo antitarlo ed antimuffa; gli eventuali oneri relativi alla messa in opera di spessori in legno per compensare variazioni di livello delle travi di appoggio, il taglio, gli sfridi. Le giunzioni delle tavole dovranno essere opportunamente sfalsate.

3.14.6.2 Irrigidimento e controventamento mediante croci di Sant'Andrea o nastri forati avvitati all'estradosso del tavolato

La procedura risulterà adatta per le strutture di copertura allorché occorra aumentare l'indeforabilità del piano. L'intervento prevedrà il posizionamento di un "numero discreto" di controventature conformate a croce di Sant'Andrea (o altra configurazione secondo le indicazioni di progetto) costituite da strutture supplementari quali tiranti in acciaio o in legno, necessariamente dotati di meccanismi di regolazione progettati secondo le rispettive tecnologie. Nel caso frequente in cui i dispositivi non siano collocati su ogni campata, ma solo in

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 127 di 174

alcune, sarà necessario associare a questo intervento quello di connessione tra le orditure e le strutture complementari.

Operativamente la procedura (per tiranti costituiti da piatti/barre in acciaio, di norma più adatti per leggerezza, modesto ingombro, misurato disturbo visivo e differenziazione totale dalla struttura originale) prevedrà la messa in opera di collari e staffe di ritenuta dove agganciare i tiranti costituiti (seguendo le prescrizioni di progetto) da cavi nudi o rivestiti e protetti da guaine isolanti (in ogni caso dovranno essere dotati di organi di regolazione, tipo tenditore a manicotto), o, più frequentemente da piatti o tondi, in acciaio di qualità non inferiore ad S275 zincato a caldo, di diametro non inferiore a 20 mm o comunque alle prescrizioni di progetto.

Di norma la controventatura di falda sarà applicata ai puntoni in corrispondenza degli appoggi, in corrispondenza dell'incrocio con gli arcarecci ed in sommità; oppure, nel caso di controventatura costituita da piatti in acciaio, potrà essere ancorata direttamente alla muratura d'ambito. I tiranti, saranno fissati a piastre d'ancoraggio, preventivamente collegate alla muratura con tirafondi filettati AISI 316L (minimo \varnothing 12 mm), preferibilmente mediante bullonatura.

In alternativa ai piatti metallici potranno essere utilizzate tavole di legno (ad es. faggio o larice), perfettamente stagionate, di spessore minimo 25 mm da fermare all'intradosso dell'orditura con viti autofilettanti d'acciaio inossidabile (minimo f 4 mm).

Ove previsto dal progetto e/o indicato dalla D.L. il controventamento verrà ottenuto attraverso la messa in opera di nastri forati in acciaio inox o zincato, secondo le indicazioni di progetto. Tali nastri, opportunamente pretensionati, verranno fissati con viti o chiodi ad a.m. curando in particolar modo le giunzioni di estremità (per le quali dovrà essere assicurato il numero minimo di connettori previsto dal produttore del nastro al fine di garantire la necessaria portata). Le giunzioni intermedie che dovranno essere realizzate utilizzando appositi pezzi speciali dotati di tenditore o (in caso lo spessore non fosse sufficiente) mediante sovrapposizione. Nelle zone in cui il nastro è adossato ad elementi non portanti (es. pannelle in cotto) dovrà essere previsto, in corrispondenza delle zone di ancoraggio, l'inserimento di elementi in legno opportunamente collegati alle sottostanti strutture.

Potranno essere richiesti la preparazione e regolarizzazione del piano di posa, l'eventuale fresatura e piallatura locale del supporto per evitare variazioni di spessore, l'eventuale inserimento di blocchi/zeppe in legno fissate con tirafondi per permettere un adeguato collegamento nelle zone di estremità dei nastri, eventuali inghisaggi alle murature.

3.15 RESTAURO E CONSOLIDAMENTO DEI SOLAI LIGNEI

3.15.1 Consolidamento di impalcati lignei con inserimento di profili in acciaio

Ove indicato dal progetto, i solai lignei esistenti potranno essere consolidati mediante l'inserimento di nuovi profili in acciaio, posti in opera:

- con funzione di travi rompitratta;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 128 di 174

- in sostituzione di travi rompitratta esistenti che dovessero risultare non più idonee per motivi di degrado o di insufficiente capacità portante;

- con funzione di integrazione delle travi lignee, al fine di infittirne l'interasse e ridistribuire i carichi su più elementi.

Le travi – della sezione indicata in progetto – dovranno essere fornite al cantiere previa accurata verifica in sito (da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa) della lunghezza necessaria per ciascuna trave, che dovrà quindi essere inequivocabilmente contrassegnata al fine di garantire la corretta collocazione in opera da parte delle maestranze.

In funzione delle specifiche esigenze, si dovrà procedere alla preliminare puntellazione del solaio esistente, secondo metodi e fasi da concordare con la D.L.

Particolare cura dovrà essere posta nel portare a perfetto contatto l'estradosso dei nuovi profili in acciaio con l'intradosso delle strutture lignee esistenti, siano esse travi o tavolato, compensando anche le deformate esistenti. A tale scopo potranno essere impiegati spessori e cunei in legno, betoncino colabile a base di resina epossidica, altro idoneo materiale da concordare preventivamente con la D.L., avendo cura di lasciare le superfici a vista perfettamente pulite.

Particolare cura dovrà inoltre essere posta nella predisposizione degli appoggi. Qualora questi fossero realizzati direttamente sulla muratura esistente, potrà essere necessario il preventivo consolidamento della stessa mediante scuci-cuci ed eventuale inserimento di barre inox a.m. nei giunti di malta.

Le travi in acciaio dovranno essere collegate alle membrature lignee e alla muratura come da indicazioni di progetto, previa accurata verifica dello stato di conservazione del supporto. Potrà inoltre essere richiesta la predisposizione lungo i profili di fori per agevolare la successiva posa di rivestimenti e controsoffitti, come da indicazioni di progetto.

La finitura superficiale dovrà essere preventivamente concordata con la D.L.

Si intendono compresi tutti gli eventuali adattamenti atti ad adeguare il rinforzo alle irregolarità locali ed alle esigenze impiantistiche, che l'Impresa dovrà aver cura di verificare preliminarmente all'esecuzione dell'intervento.

3.15.2 Consolidamento di impalcati lignei con pioli e soletta collaborante

Previo verifica sullo stato di conservazione del legname oggetto di intervento il rinforzo della struttura avverrà mediante connettori metallici (tecnica "Turrini Piazza") costituiti da barre tonde di acciaio inossidabile o zincato B450C ad aderenza migliorata, piegate ad "L" con l'ala rivolta verso l'appoggio più vicino al fine di contrastare, con la propria resistenza a trazione, le sollecitazioni tangenziali causate dallo scorrimento longitudinale che opera nel piano di contatto legno-cl. In alternativa si potranno utilizzare vitoni tirafondi da legno (DIN 571) da utilizzare da soli o con saldati, ortogonalmente, degli spezzoni di tondo liscio da cemento armato o speciali connettori da legno, che potranno essere fissati alle travi lignee anche a secco secondo le prescrizioni del Produttore.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 129 di 174

Si procederà, tramite un trapano, a praticare dei fori secondo le profondità (di norma circa i 2/3 della altezza della trave e comunque non inferiori a 10 f mm del connettore scelto); le inclinazioni (di norma perpendicolari all'asse della trave ma sarà possibile compiere anche perforazioni inclinate), il numero e le posizioni prescritte dagli elaborati di progetto. Seguirà l'aspirazione dei trucioli dal foro, l'iniezione con resina e l'inserimento immediato del connettore. I fori di diametro di circa 14-18 mm (f consigliato = f connettore + 2-4 mm) e i conseguenti connettori (f 10-12-14-16 mm) saranno disposti più ravvicinati nelle sezioni limitrofe agli appoggi, dove gli scorrimenti sono maggiori, e più distanziati nella mezzera delle travi. Si dovrà tenere presente che, laddove occorrerà inserire connettori molto ravvicinati si dovranno posizionare lievemente sfalsati rispetto all'asse longitudinale della travatura per eludere possibili effetti di spacco. Il numero ed il diametro dei connettori dovranno essere calcolati in funzione della forza di taglio, ovvero di scorrimento lungo l'asse geometrico della trave.

Dal momento che la pressione del connettore sulla trave, ovverosia di un materiale duro su di uno tenero, può presentare l'inconveniente di allargare ed allentare la sede del connettore (fenomeno di rifollamento) con conseguente diminuzione di solidarietà tra i due elementi i fori di accoglienza dovranno essere sigillati mediante riempimento adesivo epossidico a consistenza tissotropica. Si ricorda, che, prima di inserire i connettori, dovranno già essere stati posizionati sia la rete in acciaio elettrosaldato adeguatamente dimensionata sia i teli di polietilene impermeabile all'acqua del cls, ma traspiranti al vapore, per evitare di bagnare il tavolato o le mezzane sottostanti durante il successivo getto.

Passate 24 ore dalla sigillatura dei connettori, si eseguirà la gettata della soletta collaborante (seguendo le indicazioni di progetto) per uno spessore minimo di 4 cm. Dal momento che la parte mediana della caldana, tra una nervatura e l'altra, collabora solo per continuità sarà possibile effettuare un getto con calcestruzzo strutturale alleggerito. Sarà facoltà della D.L. eseguire delle verifiche a campione sul corretto inghisaggio dei connettori.

Tale tecnica di intervento potrà essere impiegata anche in caso di integrale sostituzione delle travi lignee esistenti con nuove travi, con completo rifacimento del solaio esistente.

3.16 STRUTTURE IN ACCIAIO

3.16.1 Generalità

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008, e a tutte le norme UNI vigenti applicabili.

L'acciaio sarà lavorato in conformità a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1090.

Controlli

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; 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.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 130 di 174

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. 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 verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori (rintracciabilità dei materiali).

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione di marca e di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo;
- certificati di origine;
- certificati delle prove fatte eseguire in officina dalla Direzione dei Lavori dello stabilimento di produzione.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere potrà essere prescritto il premontaggio in officina o nel piazzale di preassemblaggio.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuno per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Disegni di officina

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore dei Lavori 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 (WPS, WPA) e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- particolari costruttivi delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura;
- la relazione di calcolo (comprensiva delle verifiche delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura) in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

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

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 131 di 174

dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

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.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Collaudo tecnologico dei materiali

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione dei Lavori.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno conformi dal punto 11.3.4.11.3 del DM 14/01/2008 e s.m.i. La Direzione dei Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiale da sottoporre a prova presso Laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi prelievo ed al trasporto presso il laboratorio ufficiale sono a carico dell'Appaltatore.

3.16.2 Elementi strutturali in acciaio

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al D.L., prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo tale da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008, dalle norme UNI e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il D.L. si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S (del R.I.N.A. o di altro laboratorio certificato) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura, affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza fissata dalla normativa vigente, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 132 di 174

sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del D.L.

L'impresa è tenuta ad eseguire lavorazioni in cantiere e smontaggi di pezzi per ulteriori lavorazioni in officina, allo scopo di adattare la struttura metallica alle irregolarità locali della struttura alla quale vanno collegate o addossate, secondo le modalità richieste in ogni specifica applicazione.

Nel caso di strutture realizzate con metalli di diversa qualità e/o addossate ad elementi metallici di diversa natura (es. accoppiamento struttura in acciaio ordinario/acciaio inox) l'impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti (es. interposizione di materiale isolante ecc..) atti ad evitare la corrosione elettro-chimica.

L'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione;
- possono essere usati i riscaldamenti (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare.
- i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da mm 2 a mm 5 di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste da DM 14/01/2008 e s.m.i.. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con un utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola, si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: $\varnothing = \text{mm}$ 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 133 di 174

- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che a giudizio della Direzione dei Lavori potranno essere soggette a vibrazioni o ad inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

3.16.2.1 Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero 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, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 134 di 174

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

3.16.2.2 Tolleranze dimensionali per elementi in carpenteria metallica

Per le tolleranze dimensionali degli elementi strutturali in carpenteria metallica, dovranno essere rispettate in generale le prescrizioni della norma UNI 10462 “Elementi edilizi”, del DM 14/01/2008 e s.m.i., e della norma UNI EN 1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio”.

3.16.3 Unioni saldate

Le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 14/01/2008 e s.m.i..

Potranno essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura manuale ad arco con elettrodo infusibile sotto protezione di gas inerte (TIG o GTAW);
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO₂ o sue miscele).

3.16.3.1 Qualifica per esecuzione strutture saldate

Il Costruttore delle strutture metalliche saldate dovrà avere una organizzazione tale da soddisfare i requisiti stabiliti dalla norma UNI EN ISO 3834-1:2006, in particolare:

- a) dovrà essere individuato da parte del Costruttore il Coordinatore delle attività di saldatura;
- b) le saldature dovranno essere eseguite secondo le linee guida stabilite nella norma EN 1011 parti 1 e 2.
- c) i procedimenti di saldatura dovranno essere certificati, da un Ente Terzo, secondo UNI EN ISO 15614-1:2008.
- d) per la certificazione dovranno essere eseguiti dei saggi rappresentativi delle varie soluzioni ricorrenti nel progetto ed in particolare per:
 - la totalità delle tipologie dei giunti tesi a completa penetrazione,
 - i giunti principali con cordoni d'angolo o a parziale penetrazione,
 - un giunto testa a testa per ogni tipologia prevista;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 135 di 174

- e) i saldatori dovranno essere certificati, da un Ente Terzo, secondo UNI EN 287-1 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previste;
- f) per la verifica delle caratteristiche meccaniche verranno prelevati campioni dai saggi di cui in d (la resilienza sui saggi sarà eseguita alla stessa temperatura prevista per il materiale base)
- g) il Costruttore dovrà preparare e sottoporre alla D.L. le specifiche di saldatura dei principali giunti di produzione (WPS).

3.16.3.2 Materiali base

- a) il materiale base dovrà essere fornito con certificato secondo "D.M. 14/01/2008" nella qualità e grado indicati sui disegni di progetto;
- b) le lamiere dovranno essere controllate con ultrasuoni (UNI EN 10160 classe S3) nelle zone che si trovino in corrispondenza di giunti in croce o a T a piena penetrazione (100mm a cavallo dell'asse del giunto).

3.16.3.3 Elettrodi

Per la saldatura manuale ad arco dovranno essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132, adatti al materiale base da saldare e con rivestimento basico.

Per gli altri procedimenti di saldatura dovranno essere impiegati fili, flussi o gas e la tecnica esecutiva usati per le prove di qualifica del procedimento.

Gli elettrodi dovranno essere usati con il tipo di corrente (continua o alternata) e di polarità per cui sono stati omologati. Dovranno altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione all'asciutto ed, in genere, alla pre-essiccazione degli elettrodi a rivestimento basico.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, dovrà essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale dovrà essere non maggiore di 5 mm. per saldature in piano e di 4 mm per saldature in verticale.

Le caratteristiche dei materiali di apporto (tensione di snervamento, tensione di rottura, allungamento a rottura e resilienza) dovranno, salvo casi particolari precisati dal progettista, essere equivalenti o migliori delle corrispondenti caratteristiche delle parti collegate.

3.16.3.4 Tecniche di esecuzione

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune, al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura, e facilitare le esecuzioni dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio e alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata dalla scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 136 di 174

Nella saldatura manuale si deve evitare l'accensione degli elettrodi sulle lamiere accanto al giunto.

Le estremità dei cordoni di saldatura dei giunti di testa, nella saldatura automatica, semiautomatica e manuale, devono essere sempre fatte su talloni.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato, per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, o altro adeguato sistema prima di effettuare la saldatura dal lato opposto o la ripresa.

Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve fare ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno. La parte da saldare deve essere protetta dalle intemperie; in particolare, quando viene fatto uso di saldatura con protezione di gas dovranno essere adottati schermi efficaci di protezione contro il vento.

Preriscaldamento

In tutti i casi in cui lo spessore eccede certi limiti è necessario preriscaldare localmente la parte su cui si salda; la temperatura deve essere adeguata al procedimento che si impiega e comunque risultare non inferiore a quanto precisato :

Spessore parti da unire t(mm) (somma di tutti gli spessori secondo schema)	Procedimento ad arco sommerso, saldatura sotto gas protettivo o con elettrodi basici
$20 < t \leq 40$	20° C
$40 < t \leq 60$	70° C
$t > 60$	100° C

Se la temperatura scende al di sotto di 5°C i pezzi dovranno essere preriscaldati comunque ad almeno 50°C. Qualora sui pezzi siano presenti tracce di umidità deve comunque essere dato ad essi l'apporto di calore necessario per eliminarla.

Preparazione dei lembi

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico e dovrà risultare regolare e ben liscia.

L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se un'adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere posizionati a contatto; è tollerato un gioco massimo di 2 mm per spessori maggiori di 10 mm, da ridurre adeguatamente per spessori minori o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve essere non maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1.5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 137 di 174

Qualora debbano essere realizzate unioni saldate su elementi di carpenteria precedentemente sottoposti a zincatura a caldo per immersione o verniciate, prima di procedere alla saldatura si dovrà avere cura di rimuovere lo strato di zincatura/verniciatura mediante abrasione superficiale (avendo cura di non ridurre la sezione resistente dei profili) e successiva pulizia.

3.16.3.5 Giunti testa a testa non evidenziati nel progetto

Giunti testa a testa non previsti a disegno dovranno essere preventivamente sottoposti alla approvazione del Progettista, realizzati a piena penetrazione, controllati al 100% visivamente, con magnetoscopia e radiografia; le posizioni saranno riportate sui disegni di officina.

3.16.3.6 Prove sulle saldature

Le saldature, sia in officina che in cantiere, 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. 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 Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. esame con liquidi penetranti o con magnetoscopio), mentre per i giunti a piena penetrazione, 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.

L'estensione delle indagini potrà essere estesa fino al 100% dello sviluppo dei cordoni di saldatura.

A livello puramente indicativo si riporta l'estensione prevista per i diversi tipi di controlli, pur rimanendo facoltà del Collaudatore e del Direttore dei Lavori di estendere i controlli anche oltre i limiti qui indicati:

- esame visivo: 100%;
- esame magnetoscopico: 100%;
- esame ultrasuoni per spessori >15mm: 20%;
- esame radiografico per spessori ≤ 15 mm: 5%.

Il costruttore potrà sottoporre alla Direzione Lavori, per la approvazione formale, varianti dei controlli di cui sopra purché preventivamente certificate da un Ente Terzo.

3.16.3.7 Accettabilità dei difetti

- a) I criteri di accettabilità dei difetti sono riferiti alla UNI EN ISO 5817:2004 in funzione della tipologia di giunto;
- b) nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riprese secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal Costruttore, certificata da Ente Terzo ed approvata dalla Direzione Lavori;
- c) le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati ed inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per un metro da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 138 di 174

analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore ad un metro (le estensioni non verranno computate nella percentuale inizialmente prevista);

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

3.16.4 Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane e ortogonali all'asse delle membrature collegate (il massimo scostamento dal piano di riferimento è riportato alla variazione angolare massima $\pm 10'$).

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto lavorate con la pialla, la limatrice o la fresa, in modo da limitare gli scostamenti di cui sopra a $\pm 2'$.

Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi, per l'ottenimento delle tolleranze prescritte:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente, se necessario, la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio.

3.16.5 Tiranti

I sistemi di tirantatura realizzati con barre e/o funi dovranno essere realizzati in modo da garantire la portata prevista dal progetto. In particolare tutti i sistemi di collegamento (es. golfari, grilli, manicotti, morsetti ecc.) dovranno essere certificati per i carichi previsti.

La lunghezza effettiva del tirante dovrà essere verificata in sito dall'impresa esecutrice dopo l'esecuzione dei tracciamenti. In caso di eventuali interferenze si intende compresa e compensata la messa in opera di idonei sistemi di deviazione e/o le eventuali opere murare e di aggiustamento richieste per permettere l'installazione del tirante (es. adattamenti di gronde, scossaline, smontaggio e rimontaggio di elementi impiantistici ecc.).

Dovranno inoltre essere in generale previsti sistemi (es. manicotti tenditori, estremità filettate) che permettano la tesatura iniziale ed il controllo/registrazione periodica della tensione. Ove necessario la tesatura dovrà essere verificata con opportuno sistema (es. chiave dinamometrica, metodi dinamici ecc.).

I collegamenti di estremità dovranno garantire la corretta centratura del carico evitando eccentricità e/o inflessioni. Allo scopo dovranno essere opportunamente compensati eventuali fuori squadra mediante rosette/dadi sferici e/o adattando opportunamente le piastre di appoggio.

Per la realizzazione delle filettature di estremità sarà in generale da prevedere il procedimento mediante rullatura ottenuta con deformazione a freddo attraverso l'uso di rullatrici idrauliche, in ogni caso l'impresa dovrà verificare che la eventuale riduzione di sezione dovuta al filetto non comporti una eccessiva riduzione della resistenza del tirante stesso.

Potrà essere inoltre richiesta la realizzazione di filettature rullate trapezoidali (UNI 124 - ISO 2901/2904).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 139 di 174

3.16.6 Verniciature

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:

- . sabbiatura di tutte le superfici;
- . applicazione dello strato di primer;

b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- . spazzolatura dei punti da ritoccare;
- . ritocchi sullo strato di primer;
- . applicazione dello strato intermedio;
- . applicazione dello strato di finitura.

3.16.7 Zincatura

Profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 140 di 174

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale;
- 300 g/m² per zincatura pesante.

3.16.8 Trattamento protettivo con zincante a freddo

3.16.8.1 Indicazioni di impiego

Applicabile all'esterno/interno su supporti metallici in genere. Il prodotto deve essere sovraverniciato entro 10 giorni dall'applicazione.

3.16.8.2 Preparazione del supporto

Superfici in metallo ferroso mai verniciato:

- asportare l'eventuale presenza di calamina compatta ed aderente ed ogni traccia di ruggine mediante sabbiatura di tipo commerciale (Grado SA2), oppure effettuare una pulizia meccanica o manuale;
- nel caso di superfici nuove che non presentano calamina o ruggine è sufficiente sgrassare il supporto con diluente di lavaggio;
- spolverare la superficie, assicurarsi che il supporto sia perfettamente asciutto ed applicare 2 strati di zincatura a freddo;
- procedere all'applicazione del prodotto di finitura desiderato.

Superfici in metallo ferroso già verniciato:

- asportare gli strati di vecchie pitture sfoglianti e la ruggine presente mediante pulizia meccanica o manuale, carteggiare le vecchie pitture bene ancorate al supporto per irruvidirle;
- eliminare la polvere dal supporto;
- nel caso di superfici notevolmente deteriorate è consigliabile asportare completamente le vecchie pitture e la ruggine presente mediante sabbiatura al grado SA2 1/2, oppure utilizzando opportuno sverniciatore e successiva accurata pulizia meccanica o manuale;
- le superfici sabbiare a metallo bianco devono essere ricoperte dal primo strato di zincatura a freddo entro 8 ore;
- procedere all'applicazione del prodotto di finitura desiderato entro 7 giorni dall'applicazione.

3.16.8.3 Indicazioni per l'applicazione

- Condizioni dell'ambiente e del supporto:

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 141 di 174

- Temperatura dell'ambiente: Min. +8 °C / Max. +35 °C
- Umidità relativa dell'ambiente: <75%
- Temperatura del supporto: Min. +5 °C / Max. +35 °C
- Supporto asciutto.
- evitare le applicazioni in presenza di condensa superficiale o sotto l'azione diretta del sole.
- attrezzi: pennello.
- rimescolare accuratamente il prodotto prima dell'uso.
- diluizione: con Acquaragia 5200010 o Dil. Sintetico 5210011 al max 3%.
- l'applicazione a spruzzo è effettuabile esclusivamente nell'ambito di attività soggette ai provvedimenti di autorizzazione alle emissioni in atmosfera (artt. 267 e segg. Del D. lgs n. 152/2006), previa diluizione all'8% con Acquaragia o Dil. Sintetico.
- Nr strati: 2.

3.16.9 Apparecchi d'appoggio

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni C.N.R. - UNI 10018-72 e successive modificazioni, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme UNI, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati, prima delle lavorazioni, dal D.L., il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

3.17 CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN FERRO

3.17.1 Generalità

Prima di mettere in atto qualsiasi intervento di consolidamento di strutture in ferro, l'Appaltatore dovrà effettuare tutte quelle operazioni atte alla realizzazione dell'opera in regime di sicurezza tra le quali il puntellamento dell'intera struttura interessata o, ad esclusiva discrezione della D.L., solo delle zone in cui si andrà a realizzare il consolidamento.

Andranno quindi effettuate la demolizione e la rimozione manuale, delle parti limitrofe ai lavori al fine di scoprire le ali e le anime delle putrelle. Si opererà quindi la pulitura al metallo bianco delle putrelle con mola a smeriglio o con i sistemi indicati dalla D.L. al fine di eliminare qualsiasi residuo di malta e/o di ruggine, la successiva sgrassatura.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 142 di 174

A questo punto si potrà effettuare la sostituzione parziale e totale degli elementi di alleggerimento ed il miglioramento del sistema di ancoraggio delle putrelle ai muri, come richiesto e specificato dagli elaborati di progetto.

3.17.2 Smontaggio e Rimontaggio di manufatti metallici antichi

3.17.2.1 Smontaggio

Prima di ogni smontaggio i manufatti e le singole parti dovranno essere muniti di cartellini non deperibili in genere costituiti da piccoli rettangoli in lamierino di ferro punzonati con lettere e/o numeri, forati e fissati al manufatto con filo di ferro.

Dovranno essere documentati fotograficamente gli attacchi e le posizioni originarie.

Questa fase può creare danni al manufatto ma soprattutto alla zona di ancoraggio la quale, per la natura dei sistemi usati in origine ed il degrado del ferro, potrebbe già essere lesionata, si dovranno quindi recuperare tutti i pezzi che dovessero staccarsi durante l'operazione.

I tagli indiscriminati con "flessibile" vanno evitati nel modo più assoluto ricorrendovi solo in casi in cui non esista alternativa valida e definendo a priori come ripristinare la parte tagliata rispettando l'estetica del manufatto.

Per una corretta esecuzione di questa operazione sono da seguire i seguenti accorgimenti.

Elementi piombati

Uso del trapano elettrico (senza battente) con punte per forare i metalli di misura adeguata, unito all'uso di piccoli scalpelli affilati a dovere per scalzare la piombatura. Il piombo va forato e consumato con le punte da trapano e la rimanenza tagliata di volta in volta con gli scalpelli. Nei casi in cui risultasse impossibile tale operazione (soprattutto nel caso di zanche di inferriate) si potrà procedere al taglio delle zanche ponendo particolare attenzione a non rovinare il paramento murario e/o vetrate presenti nelle vicinanze specie nei casi in cui si faccia uso di smerigliatrice angolare con disco da taglio (mola). In questo caso particolare attenzione andrà posta nel proteggere le zone circostanti dalle scintille dovute al taglio, soprattutto i vetri di qualsiasi genere in quanto facili a danneggiarsi. In ogni caso la parte rimasta nel muro dovrà tassativamente essere tolta con i metodi descritti in precedenza, ripristinando la sede originaria per il rimontaggio.

Un ulteriore sistema per togliere le piombature è la fusione del piombo tramite il riscaldamento diretto con un cannello di piccole dimensioni ed usato con particolare attenzione nei casi in cui il punto di fissaggio non sia o troppo sensibile al calore o in zone a rischio di incendio.

Elementi "cementati"

Uso di trapano elettrico con punte a forare e scalpelli di misure adeguate. Il cemento va indebolito con una serie di piccoli fori uno a fianco all'altro e scalpellato con scalpelli di piccole dimensioni al fine di non ingrandire inutilmente il foro originale.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 143 di 174

Elementi avvitati a zanche cementate o piombate

In casi in cui i manufatti siano resi solidali alle zanche di fissaggio con viti o chiodature è consigliabile lo smontaggio dapprima del manufatto e poi delle zanche con i metodi descritti in precedenza. Per le viti ed i bulloni è consigliabile bagnarli abbondantemente (anche con alcuni giorni di anticipo) con apposito “sbloccante”, se ciò non fosse sufficiente si dovrà passare al taglio per i bulloni (tenendo conto delle raccomandazioni fatte sopra) ed alla trapanatura per le viti previo accurato centraggio del foro. In ogni caso si dovranno rispettare al massimo le zone di unione evitando tagli indiscriminati.

Ulteriori indicazioni

Nei casi di rigonfiamenti di sormonti provocati dalle ossidazioni in cui risulta possibile uno smontaggio delle singole parti è consigliabile procedere alla individuazione delle chiodature ed alla loro eliminazione tramite trapanatura o taglio, sempre ponendo attenzione alla superficie originale. I pezzi smontati potranno quindi venir raddrizzati se deformati, puliti e trattati con convertitori ed antiruggine anche nelle parti normalmente nascoste. Il riassettaggio dovrà avvenire con le tecniche originali e possibilmente con la mano di antiruggine non completamente asciutta per favorire al massimo la sigillatura degli interstizi.

Alcune parti sono smontabili per loro natura tramite viti che presentano però passi e misure in pollici anziché nel sistema metrico. Particolare attenzione va posta al momento dello smontaggio per cercare di recuperarne il più possibile. Qualora se ne rendesse necessaria la sostituzione, non trovando il modo di ricostruire il filetto o sostituire la vite, si dovrà riflettere sullo stesso foro con il diametro maggiore più prossimo all'originale. Si dovrà porre la massima attenzione alle viti a testa bombata in quanto utilizzate quasi sempre con intento estetico, pertanto la loro sostituzione deve essere fatta con viti aventi la stessa forma.

Eventuali tenoni spezzati vanno ripristinati inserendo nella barra al posto dell'originale un prigioniero filettato e ribattendolo come da originale.

Sono tassativamente vietate le saldature elettriche per fermare parti altrimenti chiodate ed avvitate. Il ripristino delle tecniche esecutive originali è l'unica garanzia di un lavoro fatto a regola d'arte sia sotto il profilo delle teorie del restauro che sotto il profilo tecnico.

Qualora si rendessero necessarie saldature di elementi spezzati o riporti di materiale in zone soggette ad usura o a corrosione eccessiva, è consigliabile l'uso del sistema TIG con riporto di ferro per saldature autogene. In alternativa si possono usare elettrodi.

Eventuali integrazioni con elementi mancanti o sostituzioni obbligate vanno fatte con l'uso delle stesse tecniche esecutive dell'originale ove possibile. Se la particolarità degli elementi e l'unicità del disegno rende di difficile ricostruzione le parti mancanti l'alternativa è l'uso di resine epossidiche colate in stampi ricavati direttamente da altri elementi simili. Nel caso esistano necessità strutturali verrà valutato l'inserimento di anelli in acciaio inossidabile.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 144 di 174

3.17.2.2 Rimontaggio di manufatti esistenti

Il rimontaggio dei manufatti dovrà essere fatto con le metodologie originali salvo i casi in cui non possa venire studiato un sistema che permetta di migliorare gli interventi di manutenzione e a patto che l'integrità e l'estetica dei manufatti in questione non venga compromessa.

Nel riutilizzo delle viti originali in ferro, soprattutto per manufatti all'esterno, si raccomanda di ungere la filettatura con olio minerale e grafite prima del definitivo serraggio al fine di prevenire ossidazioni e favorire successivi smontaggi anche a lunga distanza di tempo.

Qualora siano necessari fissaggi con tasselli andranno utilizzate tassativamente viti in acciaio inossidabile e tasselli in ottone o materiale plastico. In tutti i casi in cui i tasselli tradizionali dovessero rivelarsi inadatti per le condizioni del paramento murario si dovranno utilizzare apposite bussole filettate inossidabili fissate con resine compatibili con il tipo di supporto. In questi casi vanno evitate situazioni in cui la resina rimanga visibile ed esposta alla luce così da evitare antiestetici ingiallimenti. La soluzione con le bussole filettate inoltre è da preferirsi in tutti i casi in cui non si possano sottoporre il muro o la pietra alle pressioni costanti esercitate dai tasselli.

In tutti i casi andranno tenuti in debita considerazione l'estetica del fissaggio ed il rispetto del supporto murario, specie se pietra o cemento con finiture non facilmente ricostruibili. L'uso di trapani battenti va limitato ed applicato con particolare cautela. In alternativa sono da preferirsi punte in widia con affilatura per trapani senza battente.

Le piombature dovranno farsi con la pietra bene asciutta e con temperature ambientali al di sopra dei 15°C al fine di evitare bruschi sbalzi termici. Il foro dovrà essere ben pulito e con sufficiente sottosquadra. Nei casi in cui si debba preventivamente inzeppare l'elemento da piombare si dovranno utilizzare cunei in acciaio inossidabile preparati alla bisogna.

Per la ferramenta di porte e finestre particolare attenzione andrà posta al tipo di viti utilizzate ed al loro colore, quindi l'uso di viteria conforme all'originale è raccomandabile. Anche le parti originariamente fissate con chiodi andranno rimontate con la stessa tecnica e l'uso di chiodi di fabbricazione conforme agli originali.

3.18 CONGLOMERATI CEMENTIZI O A BASE DI CALCE SEMPLICI E ARMATI

3.18.1 Generalità

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato o precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, Norma tecniche per le costruzioni, e alle norme UNI applicabili vigenti.

Per le opere in zona sismica l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni di cui al DM 14 gennaio 2008 ed alle norme tecniche vigenti in esso previste.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di progetto, secondo le indicazioni delle tavole grafiche ad esso allegate e secondo le indicazioni della D.L.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 145 di 174

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonerano in alcun modo l'appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla D.L. nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

In generale tutti i materiali da impiegare dovranno essere rispondenti a quanto prescritto nel presente Capitolato, alle relative Voci di Elenco Prezzi, a quanto verrà eventualmente ordinato dalla Direzione dei Lavori nonché alle Norme di seguito riportate relativamente a prove ed accettazione dei materiali.

Si dovranno rispettare le prescrizioni riportate sui disegni. In particolare in funzione dell'elemento strutturale si troverà specificato sui disegni quanto segue:

- Classe di resistenza a compressione minima;
- Classi di esposizione ambientale;
- Classe di consistenza al getto;
- Diametro massimo dell'aggregato.

Il rapporto acqua cemento massimo in funzione della classe di esposizione e di resistenza dovrà rispettare quanto indicato sulla norma UNI 11104.

In ogni caso, prima di procedere all'esecuzione dei getti l'Appaltatore è tenuto a presentare il mix design della miscela che intende utilizzare oltre ad uno studio, eseguito presso un laboratorio ufficiale e/o autorizzato, per dimostrare che il conglomerato proposto avrà una resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Tale relazione dovrà anche riportare natura, qualità, diametro massimo e provenienza degli inerti, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

L'esame, la verifica e l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori dei certificati degli studi preliminari di qualificazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore dall'obbligo di fornire un materiale conforme a tutte le prescrizioni di progetto e di Capitolato.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare e la composizione e modalità di confezionamento dei vari tipi di conglomerati approvati dalla Direzione dei Lavori, restano vincolanti per l'esecuzione di tutte le opere, e non possono essere in alcun modo cambiate senza l'ulteriore approvazione della Direzione dei Lavori stessa.

Si intendono inoltre parte integrante del presente capitolato, le indicazioni riportate nelle “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”, emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 146 di 174

3.18.2 Controlli sul conglomerato

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

3.18.2.1 Valutazione preliminare della resistenza

Se il calcestruzzo proviene da impianto industrializzato, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere copia del certificato FPC (sistema permanente di controllo interno della produzione).

Se il calcestruzzo è prodotto da impianto temporaneo di cantiere non industrializzato, il costruttore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Il costruttore dovrà altresì far avere alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza e di tutte le caratteristiche prescritte dal progettista per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo. Lo studio della miscela deve essere condotto sotto il controllo di un laboratorio autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/01.

3.18.2.2 Comunicazione preventiva alla fornitura / produzione in cantiere di calcestruzzo

Sia che il calcestruzzo provenga da impianto industrializzato, sia che prodotto con impianto di cantiere, l'Appaltatore (o l'impianto stesso) sarà tenuto a trasmettere preventivamente (almeno 2 giorni prima) al Direttore Lavori le caratteristiche (almeno Rck, slump, classe di esposizione, diametro massimo inerte, tipo di cemento, ecc.) e le quantità del calcestruzzo che verrà impiegato per il getto, oltre ad indicare quali elementi verranno realizzati.

3.18.2.3 Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del DM 14/01/2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al § 11.2.1 del citato Decreto.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0,30 mc di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM 14/01/2008 e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito in contraddittorio con l'Impresa, alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori redigendo apposito verbale di prelievo.

Le prove e la relativa frequenza saranno in accordo con quanto specificato al Capitolo 11.2 delle Norme tecniche per le costruzioni DM 14/01/2008.

Il Direttore Lavori avrà la facoltà di prescrivere ulteriori prelievi qualora vi siano variazioni nei componenti dell'impasto o per altre ragioni che ne giustifichino la necessità.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 147 di 174

La forma e le dimensioni dei provini di conglomerato cementizio da sottoporre a prova di compressione, saranno conformi a quanto stabilito nella norma UNI 12390-1. La preparazione e la stagionatura degli stessi provini, saranno conformi a quanto stabilito nella norma UNI 12390-2.

Lo slump sarà controllato in corso di getto in accordo alla UNI EN 12350-2, ogni 50 mc di getto e ogni qualvolta lo richieda la Direzione dei Lavori o il Committente e non potrà mai superare i valori richiesti.

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

3.18.2.4 Controllo in opera della resistenza del calcestruzzo

Durante l'esecuzione delle opere, per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi si farà riferimento alle prescrizioni di cui al punto 11.2.3 delle Norme Tecniche di cui al DM 14/01/2008 e s.m.i..

Qualora i risultati delle prove sulla prima serie non fossero soddisfacenti, è facoltà della Direzione dei Lavori far sospendere l'esecuzione dei getti in attesa dei risultati delle prove sulla seconda serie. Qualora anche dalle successive prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza inferiore a quello richiesto nei calcoli statici, ovvero non fosse stata rispettata una qualche prescrizione del controllo di accettazione, si dovrà ricorrere a cura e spese dell'Appaltatore ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura realizzata con il conglomerato a resistenza ridotta.

Tali controlli e verifiche, comprensive di prove complementari non distruttive sul calcestruzzo messo in opera, formeranno oggetto di una relazione nella quale si dimostri che, ferme restando le condizioni di carico e di vincolo della struttura, la resistenza caratteristica risulti compatibile con le vigenti norme di legge anche in materia di durabilità.

Qualora, a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, venga approvata tale relazione, il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica riscontrato nelle prove. Se la resistenza caratteristica trovata è invece considerata incompatibile con la destinazione dell'opera, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

Nessun compenso spetterà all'Appaltatore se la resistenza a compressione dopo i 28 giorni di stagionatura risulterà maggiore di quella richiesta nei calcoli statici.

In fase di indurimento la Direzione dei Lavori potrà prescrivere il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo di sclerometro o di altra apparecchiatura, secondo quanto prescritto al punto 11.2.6 delle Norme Tecniche di cui al DM 14/01/2008 e s.m.i.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 148 di 174

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione dei Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotaggi, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (UNI EN 12504-1, UNI EN 13791).

3.18.2.5 Consistenza del calcestruzzo

La lavorabilità dei calcestruzzi ordinari dovrà essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 220 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 220 mm.

Per i calcestruzzi auto compattanti (Self Compacting Concrete o SCC) la lavorabilità sarà verificata mediante le seguenti prove:

- Slump-Flow in accordo alla UNI 11041 (vd. § 1.6.3.1);
- V-Funnel in accordo alla UNI 11042 (vd. § 1.6.3.2);
- J-Ring in accordo alla UNI 11045 (vd. § 1.6.3.3).

3.18.2.6 Contenuto d'aria

Tale prova, obbligatoria quando si prevede l'impiego di un additivo aerante, ovvero in presenza delle classi XF2, XF3, XF4, verrà eseguita secondo quanto stabilito nelle norme UNIEN 12350-7.

3.18.2.7 Bleeding

Tale prova, potrà essere effettuata in contraddittorio con il fornitore di calcestruzzo, su richiesta della Direzione dei Lavori, secondo quanto stabilito nella norma UNI 7122.

3.18.2.8 Altre prove

A insindacabile parere della Direzione dei Lavori potranno essere eseguite altre prove sia preliminarmente al getto delle opere che a strutture già realizzate. e in particolare le seguenti:

- a) prova del cono di cui all'App. E della UNI 6394-79;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393-72 e alla UNI 6394-69;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI 6395-72;
- d) prova del contenuto d'acqua;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 149 di 174

- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
 - f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
 - g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.
 - h) prove di pull-out
- Tali prove saranno tutte condotte secondo quanto previsto dalle norme UNI, o altre equivalenti, che la Direzione dei Lavori avrà cura di comunicare.

3.18.3 Confezione dell'impasto

In accordo con il DM 14/01/2008, il calcestruzzo dovrà essere prodotto con processo industrializzato e fornito da impianti certificati con FPC (sistema permanente di controllo interno della produzione).

Nel caso in cui l'Appaltatore intendesse impiegare calcestruzzo prodotto da impianto temporaneo di cantiere non industrializzato, dovrà preventivamente ottenere l'autorizzazione della Direzione dei Lavori, la quale ad insindacabile discrezione potrà consentire o meno il confezionamento in cantiere del calcestruzzo.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e, successivamente, almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui ai paragrafi precedenti.

Per quanto non specificato, si farà riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato elaborate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 150 di 174

È vietato in ogni caso l'aggiunta di acqua in cantiere e in generale l'alterazione della miscela a piè d'opera.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C (273 K), inoltre la temperatura del calcestruzzo al momento del getto non dovrà essere minore di 5°C salvo diverse disposizioni che la Direzione dei Lavori potrà dare, volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

3.18.4 Trasporto

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

L'intervallo di tempo tra la fine dell'impasto e la messa in opera non dovrà superare i 45 minuti quando la temperatura media dell'aria è superiore a 25°C ed i 60 minuti quando la temperatura è inferiore a 25°C.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed eccezionalmente, i nastri trasportatori. Il calcestruzzo dovrà essere mantenuto in movimento durante il tempo di trasporto.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata ai paragrafi precedenti.

Sulla bolla di accompagnamento di ogni carico di calcestruzzo dovranno essere riportati i dati indicati nella UNI EN 206-1.

È facoltà della Direzione dei Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

3.18.5 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 151 di 174

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

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

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

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

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

La superficie finale del getto deve essere livellata (come indicato nelle tavole di progetto o ordinato dalla Direzione dei Lavori) in modo tale da:

- consentire il deflusso delle acque meteoriche;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 152 di 174

- evitare in ogni punto ristagni d'acqua.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

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

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

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

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

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

3.18.6 Casseforme ed armature di sostegno per i getti

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie l'Appaltatore 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

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 153 di 174

perfetta riuscita dei particolari costruttivi. La Direzione dei Lavori potrà richiedere a tale scopo, qualora lo ritenesse opportuno, la relazione di calcolo della cassatura e della relativa struttura di sostegno.

In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di presentare preventivamente all'esame della Direzione dei Lavori il sistema che intende adottare.

L'Appaltatore é tenuto ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti da Enti e persone responsabili circa il rispetto della zona interessata dalla costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme di legge ed in mancanza di queste, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Le casseforme potranno essere metalliche, di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto; le casseforme in legno dovranno essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere sarà compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme.

3.18.7 Vibrazione del calcestruzzo

Il calcestruzzo, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere costipato alla massima densità possibile mediante vibratori ad immersione o vibratori applicati alle casseforme. I vibratori applicati alle casseforme saranno limitati a getti di spessore limitato ed ad elementi prefabbricati quali i conci per il rivestimento della galleria principale.

La vibrazione per immersione dovrà essere eseguita immergendo il vibratore verticalmente. Il vibratore dovrà penetrare in ogni suo punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato orizzontale di calcestruzzo gettato precedentemente, rivibrandolo.

In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo sarà compresa tra 2 e 3 minuti allorché eseguita con vibratore ad immersione avente diametro di 60-70 mm.

3.18.8 Stagionatura e disarmo

3.18.8.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 154 di 174

(curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

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

3.18.8.2 Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Avvenuto il disarmo potrà essere richiesta la regolarizzazione della superficie delle opere con malta cementizia. L'applicazione si effettuerà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e frattazzo, con aggiunta di opportuno spolvero di cemento.

3.18.8.3 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI ENV 206-1; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 155 di 174

3.18.9 Tolleranza di posizionamento e dimensionali

Per le tolleranze dimensionali degli elementi strutturali in conglomerato cementizio, armato o non armato, gettato in opera, dovranno essere rispettate in generale le prescrizioni della norma UNI 10462 “Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali” ed in particolare quelle riportate nel DM 14/01/2008 e s.m.i., ovvero nella UNI EN 13670-1.

Le opere in calcestruzzo dovranno essere eseguite in base alle dimensioni ed al posizionamento indicati sui disegni esecutivi.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti.

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc.:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 2.0\text{cm}$
- dimensioni in pianta $S = - 2.0\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
- dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- dimensione in pianta (anche per pila piena) $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica sommità $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$ $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- verticalità per $H > 600\text{ cm}$ $S = \pm H/12$

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore $S = - 0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso $S = \pm 1.0\text{ cm}$

Vani, cassette, inserterie:

- posizionamento e dimensione vani e cassette $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- posizionamenti inserti (piastre boccole) $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

3.18.10 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 156 di 174

d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

3.18.11 Profilati in PVC (water-stop) per giunti strutturali e/o di costruzione e/o di dilatazione, a tenuta idraulica

Il P.V.C. costituente i nastri (water stop) dovrà avere particolare elasticità ed essere ottenuto da resine viniliche termoplastiche di qualità pura che abbiano elevata resistenza all'azione aggressiva delle soluzioni acido alcaline, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche.

La miscela utilizzata per la produzione dei profilati dovrà avere i seguenti requisiti, salvo diverse prescrizioni progettuali:

Tipo:	cloruro di polivinile	Analisi chimica
Durezza Shore a +293 K	> 65	DIN 53505
Resistenza a trazione +293 K	> 10 N/mm ²	DIN 16938 E
Allungamento a rottura	> 200%	DIN 16938 E
Resistenza all'azione aggressiva delle soluzioni acidi alcaline		CRD-C 572-65
Limiti di temperatura d'impiego	da 238 K a +333 K	

Il tipo di profilato da impiegarsi e le sue dimensioni saranno stabilite dal Progettista in base al tipo di sollecitazioni alle quali lo stesso sarà sottoposto ed allo spessore del getto di calcestruzzo. La classificazione delle sollecitazioni si deve ritenere la seguente salvo diverse condizioni operative segnalate dalla Direzione Lavori:

Grado di sollecitazione	Pressione idrostatica (MPa)	Dilatazione assiale (mm)	Movimento trasversale (mm)
Basso	<0,5	<10	<5
Medio	0,5-1,5	10-20	5-10
Alto	>1,5	20-50	10-20

Inoltre, la copertura minima del profilato su ogni "ala" dovrà essere di 1/2 della lunghezza del profilato stesso.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 157 di 174

Particolari cura ed attenzione dovranno essere poste in fase di compattazione del conglomerato in corrispondenza del water stop, posizionando l'ago vibrante con un'inclinazione di 45° anteriormente e posteriormente alle "ali" del profilato mantenendo una distanza dallo stesso pari a circa 10 cm.

I pesi minimi a metro lineare dei profilati, dovranno essere adeguati in base al grado di sollecitazione ipotizzato. La posa in opera del profilato dovrà avvenire prima del getto del conglomerato cementizio.

Il water stop dovrà essere agganciato all'armatura mediante apposite graffe in numero sufficiente a conferire adeguata stabilità al nastro posato.

Durante le fasi di getto si dovrà usare la massima cura nell'evitare che il profilato venga in qualche modo rimosso dalla posizione ottimale conferitagli in fase di posa; qualora ciò avvenisse, l'Impresa, dovrà rimuovere il calcestruzzo sino a quel momento posto in opera, ripristinare la posizione ottimale del nastro e completare il getto, senza che alla stessa sia dovuto alcunché.

Qualora si verificasse la necessità di saldare le estremità di due nastri, le operazioni dovranno essere eseguite mediante l'utilizzo di saldatrice elettrica a resistenza munita di bocchetta di aria calda avente temperatura di circa 773 K. Durante la saldatura dovrà essere particolarmente curata la complanarità delle superfici da unire.

Al termine della saldatura, a protezione della stessa si dovrà applicare un apposito nastro coprigiunto in P.V.C. adesivo posto lungo tutto il perimetro dell'unione saldata.

3.18.12 Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici o di pozzi di fondazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d $> 28/35$ MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritzz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C3A inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di $4.500 \text{ cm}^2/\text{g}$), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 158 di 174

- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;

- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} > 3,4$, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si espliciti sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente $18 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui al paragrafo 15.7.6.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

3.18.13 Conglomerato a base di calce armato con barre/reti in acciaio inox

La fornitura e posa in opera di conglomerato di calce idraulica o pozzolanica a basso contenuto di sali solubili dovrà essere realizzata secondo le indicazioni di progetto e della D.L. Il conglomerato dovrà essere realizzato utilizzando una malta di calce ad alta resistenza preventivamente approvata dalla D.L. (es. tipo Master Emaco S 285 TIX già Albaria Strutturata della BASF o equivalente) con aggiunta di sabbia e ghiaietto di diametro max 20 mm e dovrà garantire la resistenza caratteristica cubica a compressione prevista dal progetto ed in genere non inferiore a C12/15. L'inerte dovrà essere pulito, esente da sostanze organiche ed in curva granulometrica selezionata da 5 a 20 mm. Si intendono compresi la fornitura e l'inserimento di sigillature/water-stop nei punti di raccordo con le murature esistenti; la realizzazione di giunti di contrazione e di dilatazione, ove necessario; la fornitura e l'inserimento di armature ed ancoraggi in acciaio inox come da indicazioni di progetto e della D.L., la formazione di eventuali incassi e fori e tutte le lavorazioni necessarie per adattare il rinforzo alle irregolarità locali.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 159 di 174

La miscela potrà essere confezionata in cantiere e gettata secondo la buona norma esecutiva, previa accurata pulizia ed aspirazione della sede di posa. Durante il getto l'Impresa provvederà a fornire alla D.L. tutta l'assistenza necessaria al prelievo per l'accettazione del materiale.

L'Impresa dovrà aver cura di verificare che gli inerti siano idonei a penetrare all'interno delle gabbie di armatura e dovrà miscelare e vibrare adeguatamente il getto al fine di garantire il perfetto riempimento dei casseri ed evitare l'insorgere di fenomeni di segregazione.

L'Impresa dovrà curare adeguatamente il getto, operando in funzione delle condizioni termo-igrometriche in modo da garantire un'adeguata stagionatura.

3.19 ACCIAIO DA C.A.

3.19.1 Generalità

Per tutte le tipologie d'acciaio dovranno essere rispettate le prescrizioni del punto 11.3 del DM 14/01/2008 e s.m.i..

Le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite in conformità con quanto disposto dal DM 14/01/2008 e dalle Istruzioni tecniche CNR – UNI 10011/88.

3.19.2 Controlli per acciaio da c.a.

Il prelievo dei campioni e le prove per il controllo della qualità dell'acciaio costituente barre e reti d'armatura dovranno essere realizzati in accordo con le prescrizioni dei punti 11.3.1 e 11.3.2 del DM 14/01/2008 e s.m.i.

3.19.2.1 Controllo della documentazione

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 14/01/2008.

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

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

In tal caso ogni fornitura dovrà essere accompagnata, oltre che dalla documentazione sopraccitata anche dalla seguente:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 160 di 174

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dalla Direzione Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

3.19.2.2 Controllo di accettazione

La Direzione dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel DM 14/01/2008 al punto 11.3.2.10.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 120 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dalla Direzione dei Lavori o da un tecnico da lui delegato in contraddittorio con l'Appaltatore; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dalla Direzione dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al DM 14/01/2008, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 161 di 174

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100x100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

3.19.3 Deposito e conservazione in cantiere armatura per c.a.

Alla consegna in cantiere, l'Appaltatore avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.

3.19.4 Posa in opera armatura per c.a.

Nella posa in opera di reti o armature metalliche entro i casseri o all'estradosso di solette esistenti in getti di rinforzo o di risanamento, è tassativamente prescritto l'utilizzo di opportuni distanziatori in materiale plastico o da concordare con la Direzione dei Lavori, al fine di garantire l'esatto posizionamento delle armature secondo le prescrizioni di progetto.

Lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

In ogni caso copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenuto nel DM 14/01/2008 e s.m.i. Barre e reti dovranno essere stabilmente ancorate con legature, anche ai ferri esistenti, per garantire il mantenimento della corretta posizione durante tutte le operazioni di getto.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 162 di 174

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

3.20 PLACCAGGI CON MATERIALI COMPOSITI

3.20.1 Generalità

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale dovranno essere :

- identificabili, per poter risalire univocamente al produttore;
- qualificati e controllati secondo procedure di controllo ben definite ed applicabili al processo di produzione in fabbrica e verificati regolarmente da un ente terzo di ispezione abilitato;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e dopo l'esecuzione di controlli (prove) di accettazione.

Per l'identificazione e la qualificazione dei compositi per il rinforzo strutturale non esiste ad oggi una normativa Europea armonizzata, che preveda anche la marcatura CE, ma è possibile fare riferimento a specifiche tecniche di comprovata validità che garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello definito per i materiali tradizionali nel vigente DM 14/01/2008 e s.m.i. È quindi possibile riferirsi alle procedure descritte nelle Istruzioni CNR DT200 R1/2012.

3.20.2 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli sui materiali forniti saranno eseguiti mediante dei prelievi eseguiti in cantiere, secondo quanto previsto dalle "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP" - Consiglio Superiore LL PP del 24/07/2009 e s.m.i..

Durante l'applicazione verranno monitorate le condizioni termo-igrometriche sospendendo le operazioni in caso di temperature ed umidità non idonee alla corretta posa in opera. Salvo diverse indicazioni la messa in opera

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 163 di 174

non potrà avvenire con temperature inferiori ai 10°C o superiori ai 35°C e umidità superficiale superiore al 10% o comunque al di fuori del range di temperatura e umidità prescritti dal produttore del materiale fornito al cantiere.

Questa tecnica si basa sull'utilizzazione di nastri di tessuto, di varie dimensioni, in fibre secche (carbonio, aramidica, vetro) unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bidirezionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o biassiale (fibre inclinate a $\pm 45^\circ$) con elevate caratteristiche meccaniche a trazione ed alta resistenza agli alcali, applicati e "laminati" alla struttura (tecnica "wet lay up"); questo consente di costituire un materiale "composito" direttamente in opera, mediante l'impiego di una matrice a base di resine epossidiche (o resine poliestere) bicomponenti a bassa viscosità, che assicurano sia il trasferimento delle sollecitazioni alle fibre di rinforzo, sia la protezione della fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura.

Le fasce di FRP andranno opportunamente orientate secondo gli assi di riferimento, le linee di frattura (ovvero del quadro fessurativo precedentemente rilevato) e di forza individuate.

Previa un'accurata pulitura della superficie di applicazione al fine di eliminare depositi superficiali, polveri e materiale incoerente, si procederà alla preparazione della superficie stuccando e livellando eventuali fessurazioni ed irregolarità con idoneo prodotto.

Per le murature (es. estradossi di volte), dove compatibile con i vincoli di conservazione del manufatto, dovranno essere in generale asportati gli strati di malta ed intonaco permettendo l'incollaggio delle fibre direttamente sul laterizio opportunamente rasato e scarificato. La rimozione ed il successivo ripristino degli intonaci, se non diversamente previsto nel computo di progetto, si intendono compresi e compensati nel prezzo della lavorazione.

Per l'ancoraggio su cls l'adeguata preparazione del supporto dovrà comprendere ove necessario: la scarifica delle parti degradate ed il successivo ripristino e la sabbiatura.

Per la rasatura dovranno essere impiegati idonei prodotti indicati dal produttore del materiale o comunque approvati dalla D.L. (in generale primer e putty, epossidico prevedendo l'utilizzo di malta di calce idraulica ad alte prestazioni solo su approvazione della D.L. per le maggiori irregolarità e lontano dalle zone critiche dal punto di vista della delaminazione, quali ad esempio quelle di estremità).

Le superfici di applicazione dovranno risultare il più regolari possibile, con tolleranze variabili in funzione del tipo di materiale da posare in opera (es. per tessuti CFRP lo scarto tra livelli superficiali contigui dovrà essere inferiore a 1 mm) prevedendo adeguati smussi in corrispondenza di punti angolosi/spigoli e raccordando/eliminando concavità che possano favorire l'insacco di delaminazioni.

In questa fase andrà, inoltre, identificato prima e fornito alla D.L. il quadro fessurativo della volta per verificare il numero, la disposizione e la grammatura delle fasce di rinforzo.

Successivamente, si procederà in generale alla stesura di due strati preparatori: un primer di resina epossidica fluida a bassa viscosità esente da solventi da stendere a pennello od a rullo (lavorabilità a 20°C 480 min., temperatura minima di applicazione 10-12°C indurimento al tatto a 20°C 16-18 h) al fine di migliorare l'efficacia d'aggrappaggio al supporto del sistema CFRP. La quantità da applicare è variabile a seconda della

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 164 di 174

porosità e della scabrezza della muratura (in media circa 0,2 l/m²); nel caso in cui la prima mano fosse troppo assorbita dal supporto si potrà ricorrere ad una nuova stesura.

Passate almeno 6 ore (ovvero fino a quando il primer non risulterà più appiccicoso) comunque entro le 24 ore successive si applicherà, se richiesta dal progetto (ovvero nei casi in cui la superficie si presenti irregolare o quando la consistenza del supporto necessita di un rinforzo supplementare), una rasatura (putty) per uno spessore di circa 1-2 mm, stesa a mezzo di spatola o frattazzo, (lavorabilità a 20°C 30-40 min, temperatura minima di applicazione 5°C, resistenza a trazione diretta 12-24 MPa, resistenza a trazione per flessione \geq 35 MPa, modulo elastico 180-220 GPa, indurimento al tatto a 20°C 8-10 h) costituita da stucco epossidico (bicomponente) compatibile con il primer e con il successivo adesivo. Trascorso il tempo necessario (comunque entro le 24 ore successive) per ottenere la condizione di fuori tatto si stenderà, uniformemente sulla superficie della volta mediante pennello o rullo (a pelo corto), e fresco su fresco, sopra le zone precedentemente trattate con il primer, ovvero con la rasatura, un adesivo epossidico (bicomponente) a consistenza tissotropica (lavorabilità a 20°C 30-40 min, temperatura minima di applicazione 10-12°C, resistenza a trazione diretta \geq 30 MPa, resistenza a trazione per flessione \geq 50 MPa, modulo elastico a trazione diretta 300-350 GPa, allungamento a rottura 2-5 %, assorbimento acqua 0,05-0,3 %, indurimento al tatto a 20°C 16-18 h); seguirà l'immediata applicazione dei nastri di rinforzo (seguendo le indicazioni di progetto e comunque opportunamente orientati secondo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza individuate) esercitando una pressione regolare, per 2 o 3 volte, nella direzione longitudinale della fibra mediante un rullino di gomma rigida od a denti smussati al fine di eliminare sia l'eventuale aria dallo strato di resina, sia per completare l'impregnazione del nastro. I nastri saranno costituiti da strisce di larghezza variabile da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra e della specifica applicazione. Il nastro dovrà presentarsi ben steso e ben ancorato; le eventuali sovrapposizioni, nella direzione longitudinali, dovranno essere di almeno 20-30 cm mentre, nella direzione trasversale potranno essere più ridotte (saranno sufficienti 2-5 cm).

Passata almeno 1 ora si procederà alla stesura della "seconda mano" di adesivo. Se specifiche di progetto o prescrizioni della D.L. indicheranno più strati di composito si ripeteranno le operazioni enunciate precedentemente. Nel caso d'interventi su intradossi di volte, da ripristinare con finitura ad intonaco al fine di consentire l'aggrappaggio dell'arriccio dell'intonaco, si potrà ricorrere all'applicazione, sulla mano finale di resina non ancora indurita, di uno spolvero di sabbia di quarzo.

Per garantire un adeguato ancoraggio di estremità dei nastri e per contenere la tendenza al distacco/delaminazione nelle eventuali zone dove le concavità non sono eliminabili potranno essere previsti ancoraggi con barre inghisate (es. barre in fibra di carbonio inghisate nella muratura) con estremità sfiocate e collegate al nastro. Tali rinforzi, se non diversamente previsti nel computo di progetto, si intendono compresi e compensati nel prezzo della lavorazione.

Per evitare di forare/interrompere le fibre nelle zone dove si andrà successivamente ad eseguire la foratura, durante la fase applicativa dei tessuti si dovrà cercare di allargare le fibre.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 165 di 174

Si intende compreso il rinforzo con strati aggiuntivi di fibra nelle zone angolari ed in corrispondenza di eventuali fori da realizzare sulla fibra stessa (es. per l'eventuale passaggio di cavi elettrici ecc.).

Si intendono altresì comprese, le prove di controllo in cantiere condotte sul tessuto secco, su provini di composito laminato e le prove di aderenza al supporto.

In zone di difficile aderenza per migliorare l'aggrappaggio dell'intonaco o per consentire la mascheratura finale (es. con impasto di calce additivata e polvere di pietra) potrà essere applicata a fresco una rete tipo Tenax o equivalente.

3.20.3 Specifiche per placcaggio con tessuti unidirezionale in fibra di acciaio

Prima di procedere all'applicazione del rinforzo, il supporto dovrà essere adeguatamente preparato con accurata pulizia della superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali; sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Si procederà quindi all'applicazione di un eventuale fissativo consolidante e alla soffiatura conclusiva del supporto con aria compressa con successiva aspirazione dei detriti e umidificazione delle superfici.

L'applicazione del sistema di rinforzo in fibra di acciaio in matrice inorganica a base di calce idraulica naturale andrà eseguito avendo cura di disporre le fasce secondo quanto indicato dal progetto.

Si provvederà in particolare all'applicazione di una prima mano di malta a base calce, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore minimo 3 – 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente si procederà applicando, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra d'acciaio, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando una energica pressione con la spatola e avendo cura che la stessa malta fuoriesca dai trefoli per garantire così un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. L'applicazione si concluderà con la rasatura finale protettiva (spessore 3 – 5 mm), sempre realizzata con la malta strutturale a base calce, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca.

Per garantire una migliore efficacia del sistema di rinforzo, ove previsto dal progetto si provvederà sempre all'ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio avendo cura di "sfilacciare" la parte terminale della fascia in fibra di acciaio e di inserirla nel foro, realizzando un numero di "code" cilindriche in continuità dalla fascia. Infine si procederà con la colatura della malta fluida da iniezione, previa bagnatura del foro, o all'iniezione di resina, al fine di creare perfetta collaborazione tra il tessuto di rinforzo e il supporto in muratura.

L'applicazione del sistema di rinforzo in matrice organica dovrà essere eseguita in modo analogo, provvedendo alla stesura sul supporto idoneamente predisposto di una prima mano di matrice epossidica (spessore minimo 2-3 mm), all'applicazione sulla matrice ancora fresca del tessuto in fibra di acciaio, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando una energica pressione con spatola o rullo in acciaio, avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, e la stesura della rasatura finale, applicando fresco su fresco un secondo strato di adesivo epossidico (spessore 1-2 mm) per totale ricoprimento del tessuto.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	<i>Pagina 166 di 174</i>

In caso di giunzione longitudinale, le estremità delle due fasce dovranno essere sovrapposte per minimo 15 cm o comunque come da indicazioni del Produttore e/o del Progetto.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 167 di 174

4 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

4.1 NORME GENERALI

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili, oltre a quelli costruttivi, delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, in almeno duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione dei Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.

4.2 LAVORI A MISURA

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori. I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In tutti i casi nei quali l'Impresa, su autorizzazione della D.L., per problemi di approvvigionamento e/o per accelerare i tempi di fornitura, utilizzi profili, sezioni o elementi di dimensioni maggiori e/o caratteristiche superiori rispetto a quelli di progetto la contabilizzazione verrà comunque effettuata in base alle misure e caratteristiche previste dal progetto.

Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, l'assistenza ai collaudi e in genere

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 168 di 174

qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

Se non previsto esplicitamente nella voce di computo le superfici curve (es. volte), inclinate (es. falde di copertura) e nervate/modanate (es. presenza di decorazioni, costolature, nervature ecc.) verranno computate sulla area della proiezione in pianta (per elementi ad andamento prevalentemente orizzontale) e/o sul piano verticale (per pareti murarie, prospetti ecc.) deducendo la superficie dei fori e aperture.

Se non previsto ed indicato diversamente verranno inoltre contabilizzate le effettive quantità poste in opera senza conteggiare campionature, sfridi, sovrapposizioni, risvolti ecc.

4.3 LAVORI A CORPO

I lavori compensati "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare negli Stati di Avanzamento Lavori è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, dalla quale saranno dedotte le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione dei Lavori; pertanto l'Appaltatore dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

A completamento avvenuto delle opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo sempre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo.

4.4 LAVORI IN ECONOMIA

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali. In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

4.5 NOLEGGI

I noli si intendono implicitamente compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni. Devono essere espressamente richiesti, con ordine scritto, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se imputabili a

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 169 di 174

situazioni non prevedibili in sede di progetto o esplicitamente previsti nelle voci e quantità del computo di progetto.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

4.6 SCAVI E RINTERRI

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme e dalla voce di computo, ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacciamento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Nei prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi, anche ove non espressamente riportato, si intendono comprese e compensate tutte le spese per il confezionamento, il prelievo e l'invio dei campioni di materiali ai Laboratori ufficiali, le spese per l'esecuzione di prove ed analisi sui campioni, sia prima dell'inizio dei lavori (per accertamenti preventivi) che durante la fase esecutiva, utili all'accettazione dei materiali ed al collaudo delle opere compiute, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Nei prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi, anche ove non espressamente riportato, si intendono compresi e compensati l'assistenza all'archeologo, ove ne sia richiesta la presenza, l'esecuzione degli scavi nel rispetto delle pause/sospensioni temporali dettate

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 170 di 174

dall'archeologo stesso, le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dell'eventuale presenza di reperti archeologici, e ogni altro onere necessario per dare i lavori finiti a regola d'arte.

Per le eventuali pause/sospensioni temporali dettate dall'archeologo, non sarà riconosciuto compenso alcuno all'Appaltatore, in quanto lo stesso si intende già remunerato dai prezzi stabiliti dall'Elenco Prezzi per l'esecuzione degli scavi.

Per tutte quelle lavorazioni compensate “a misura”, sia prima dell'inizio delle lavorazioni che alla fine delle lavorazioni stesse, l'Appaltatore dovrà provvedere, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori ed esclusivamente a propria cura e spese, al rilievo plano-altimetrico dell'intera area che sarà soggetta a movimenti di terra, rilevando almeno una sezione verticale ogni 5 m. Nelle zone con forte variabilità dell'area, ad insindacabile discrezione della Direzione dei lavori potrà essere richiesto l'esecuzione di un rilievo con maggior dettaglio, diminuendo la distanza tra le sezioni di rilievo.

4.6.1 Scavi di sbancamento

La misurazione, ai fini della contabilizzazione, degli scavi di sbancamento verrà effettuata a metro-cubo, computando i volumi di scavo con il metodo delle sezioni ragguagliate.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore eseguirà, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi eseguiti.

4.6.2 Scavo di fondazione

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 171 di 174

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato come eseguito all'asciutto.

4.6.3 Rinterri

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la realizzazione dei rinterri s'intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi dai quali provengono i materiali stessi e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

I rilevati ed i rinterri eseguiti con materiali forniti dall'Appaltatore saranno valutati con i relativi prezzi di elenco a metro cubo per il loro volume effettivo misurato ad opera ultimata.

4.7 DEMOLIZIONI

La demolizione di interi manufatti, di qualsiasi specie e genere, sarà computata, ove non diversamente specificato, a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di elementi quali murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, in elevazione o in fondazione, verrà compensata a metro cubo del loro effettivo volume.

Nel prezzo della demolizione è sempre compreso l'onere derivante dall'accatastamento e dal trasporto a rifiuto dei materiali derivanti.

I materiali utilizzabili che dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere, e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco, ovvero, mancando esso, al prezzo commerciale dedotto in ambedue i casi il ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto perciò dall'importo netto dei lavori, in conformità a quanto dispone il Capitolato Generale d'Appalto per le Opere Pubbliche.

4.8 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

4.8.1 Murature in genere (non in calcestruzzo gettato in opera)

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m².

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 172 di 174

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono tutti gli oneri atti a dare l'opera compita a regola d'arte ed in particolare anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastri, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

Si intendono compresi gli oneri per centinature per archi o volte fino a 2,00 m di luce retta.

4.8.2 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati, che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi, ma non i vuoti della armatura in acciaio lenta o precompressa.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.;

- il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 173 di 174

Saranno inoltre a carico dell'Impresa gli oneri relativi alle indagini ed le spese tecniche relative alle necessarie verifiche.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà opportunamente decurtato (tenendo conto anche della eventuale minore durabilità) con un minimo del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10% o, in ogni caso, la struttura con garantisca le prestazioni richieste dal progetto e dalla normativa vigente, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

4.8.3 Acciaio per c.a.

Il peso delle barre d'acciaio per l'armatura dei conglomerati, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai diametri effettivamente prescritti, trascurando:

- le quantità superiori a quelle indicate nelle tavole di progetto;
- le legature e le sovrapposizioni per giunzioni non previste o non necessarie;
- gli eventuali distanziatori.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) ed il diametro e moltiplicando per il peso specifico di 7850 kg/mc.

La barra sarà fornita e data in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature, e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, avendo cura che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

4.8.4 Casseforme e armature di sostegno per i getti

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del conglomerato e compensate con i relativi prezzi di Elenco. Nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e apprestamento, per collocamento in opera di longarine o filagne di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per

	PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DI PALAZZO CHIERICATI SEDE MUSEO CIVICO – ALA OTTOCENTESCA – 2° LOTTO - STRALCIO B	
	CSA - Norme tecniche opere strutturali	Pagina 174 di 174

rimozioni, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

4.9 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Ogni opera metallica per la quale sia prevista una valutazione a peso dovrà essere pesata, se possibile, presso una pubblica pesa, prima della sua posa in opera e ciò alla presenza della Direzione dei Lavori e con ogni onere a carico dell'Appaltatore. Resta inteso che dal peso saranno escluse zincature, verniciature e pitturazioni.

Qualora tale procedura non venga rispettata il peso verrà valutato in sede di liquidazione, dalla Direzione dei Lavori e, qualora l'appaltatore non intenda accettarlo, dovrà assumersi tutti gli oneri che siano necessari alla prescritta diretta verifica.

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

Sono pure compresi e compensati, se non espressamente esclusi nelle voci di elenco:

- tutte le lavorazioni quali le forature (anche in sito per permettere il successivo montaggio di elementi non strutturali); le saldature; le piegature a caldo; le bullonerie; le piastre; gli eventuali adattamenti in sito ecc.
- l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le impiombature e suggellature, le malte ed il cemento, nonché la fornitura del piombo per le impiombature;
- la coloritura, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza;
- tutte le forature, tagli, lavorazioni ecc., occorrenti per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato, ovvero per applicare chiavi, coprichiavi, chivarde, staffe, avvolgimenti, bulloni, chiodature ecc., tutte le opere per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due o tre travi tra di loro ecc.;
- gli sfridi;
- le finiture con sabbiature, sgrassatura, zincatura e verniciatura secondo i cicli previsti.

Le opere in acciaio si misurano a peso dell'acciaio "nero" risultante dalla somma dei pesi riportate nelle distinte delle tavole del progetto esecutivo. La contabilizzazione delle opere medesime, qualora già non fosse "a corpo", avviene attraverso la moltiplicazione del peso misurato come sopra per il relativo prezzo di contratto. Il peso specifico dell'acciaio "nero" ai fini della misura è di 7850 kg/mc.

Non possono pertanto essere contabilizzati il peso di bulloni, dei cordoni di saldatura, degli sfridi, della zincatura, e di quant'altro non ricadente nella definizione di cui al paragrafo precedente.