



# Città di Nardò

PROVINCIA DI LECCE



AREA FUNZIONALE I

PROGETTO

**RECUPERO E VALORIZZAZIONE  
DI UNA PARTE DEL CASTELLO  
DEGLI ACQUAVIVA DA DESTINARE  
A CONTENITORE CULTURALE**

Importo progetto € 995.000,00

ELABORATO

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO**

IL R.U.P. Ing. Nicola D'ALESSANDRO  
(Dirigente Area Funzionale I)

I PROGETTISTI ing. Cosimo PELLEGRINO  
(Capo Servizio Area Funzionale I)  
arch. Giovanni PERRONE  
(Istruttore Tecnico Direttivo Area Funzionale I)  
geom. Vincenzo DE TUGLIE  
(Istruttore Tecnico Area Funzionale I)  
geom. Gianfranco DE PASCALIS  
(Istruttore Tecnico Area Funzionale I)

PROGETTO	TAVOLA	SCALA
DEFINITIVO	ALLEGATO G	----

01	Settembre 2013	CP	NDA	RICH. PARERI
00	Giugno 2013	GDP	CP	1° EMISSIONE
REV.	DATA	REDAZIONE	CONTROLLO	MOTIVO - NOTE

## I N D I C E

### **PARTE I - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI**

#### CAPO I – DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO

#### CAPO II – DEFINIZIONE ECONOMICA DELL'APPALTO

- Art. 1 – Oggetto ed ammontare dell'appalto
- Art. 2 – Modalità di stipulazione del contratto
- Art. 3 – Categoria prevalente, categorie scorparabili e subappaltabili
- Art. 4 – Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili
- Art. 5 – Attività di progettazione
- Art. 6 – Forme e principali dimensioni delle opere
- Art. 7 – Criteri di aggiudicazione dei lavori
- Art. 8 – Documenti contrattuali – Spese contrattuali
- Art. 9 – Essenzialità delle clausole – Conoscenza delle condizioni di appalto
- Art. 10 – Prestazioni in economia
- Art. 11 – Interferenze con le attività presenti nella parte dell'immobile esclusa dall'appalto
- Art. 12 – Consegna dei lavori e inizio dei lavori
- Art. 13 – Andamento dei lavori
- Art. 14 – Proprietà dei materiali di recupero o scavo
- Art. 15 – Sospensione – Ripresa e proroghe dei lavori
- Art. 16 – Cauzione provvisoria
- Art. 17 – Cauzione definitiva
- Art. 18 – Riduzione delle garanzie
- Art. 19 – Copertura assicurativa a carico dell'impresa
- Art. 20 – Polizza responsabilità professionale
- Art. 21 – Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore
- Art. 22 – Direzione del cantiere da parte dell'impresa e domicilio
- Art. 23 – Subappalto e cottimo
- Art. 24 – Pagamento dei subappaltatori
- Art. 25 – Requisiti di sicurezza del cantiere
- Art. 26 – Direttore dei lavori
- Art. 27 – Criteri contabili per la liquidazione dei lavori
- Art. 28 – Anticipazioni – Pagamenti in acconto – Pagamenti a saldo – Ritardi nei pagamenti – Conto finale
- Art. 29 – Prezzi unitari – Revisione prezzi
- Art. 30 – Variazione delle opere progettate
- Art. 31 – Lavori non previsti – Nuovi prezzi
- Art. 32 – Controlli – Prove e verifiche dei lavori
- Art. 33 – Collaudi e indagini ispettive
- Art. 34 – Danni di forza maggiore
- Art. 35 – Definizione delle controversie
- Art. 36 – Scioglimento del contratto – Esecuzione d'ufficio dei lavori – Fusioni e conferimenti
- Art. 37 – Redazione progetto esecutivo
- Art. 38 – Documentazione da fornire a fine lavori
- Art. 39 – Osservanza delle leggi

### **PARTE II - PRESCRIZIONI TECNICHE**

#### CAPO I - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

- Art. 40 - Generalità
- Art. 41 - Criteri di valutazione
- Art. 42 - Opere edili in genere
- Art. 43 - Interventi su solai, cordoli, architravi
- Art. 44 - Rimozioni, demolizioni
- Art. 45 - Opere specialistiche
- Art. 46 - Impianti tecnologici

#### CAPO II - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

- Art. 47 - Materiali in genere
- Art. 48 - Sabbie, ghiaie, argille espanse, pomice, pietre naturali, marmi
- Art. 49 - Acqua, calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici
- Art. 50 - Laterizi
- Art. 51 - Materiali ferrosi e metalli vari
- Art. 52 - Legnami
- Art. 53 – Legno Lamellare
- Art. 54 - Materiali per pavimentazioni
- Art. 55 - Colori e vernici
- Art. 56 - Materiali diversi
- Art. 57 - Tubazioni
- Art. 58 - Prodotti per la pulizia dei materiali porosi
- Art. 59 - Prodotti impregnanti
- Art. 60 - Materiali per impianti idrico-sanitari
- Art. 61 - Materiali per impianti elettrici
- Art. 62 – Materiali per impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione

### CAPO III – INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

- Art. 63 – Indagini preliminari ai lavori di restauro - Generalità
- Art. 64 – Rilievo fotografico e telerilevamento
- Art. 65 – Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive
- Art. 66 – Indagini per determinare le caratteristiche tensionali di materiali e murature
- Art. 67 – Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi
- Art. 68 – Indagini rivolte alla caratterizzazione dei materiali e all'accertamento dei loro degradi e delle patologie
- Art. 69 – Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.)
- Art. 70 – Indagini sulle patologie dei materiali - Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee
- Art. 71 – Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità
- Art. 72 – Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica dell'efficacia dell'intervento effettuato

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

#### **Opere edili e di restauro**

- Art. 73 – Demolizioni e rimozioni
- Art. 74 – Demolizioni di volte, di solai e di coperture
- Art. 75 – Scavi di accertamento e di ricognizione
- Art. 76 – Scavi archeologici
- Art. 77 – Scavi subacquei e prosciugamenti
- Art. 78 – Ponteggi
- Art. 79 – Opere provvisorie
- Art. 80 – Malte. Qualità e composizione
- Art. 81 – Malte e conglomerati
- Art. 82 – Malte additivate
- Art. 83 – Malte confezionate
- Art. 84 – Conglomerati di resina sintetica
- Art. 85 – Costruzione di murature – Generalità
- Art. 86 – Murature e riempimenti e pietrame a secco
- Art. 87 – Murature di pietrame con malta
- Art. 88 – Paramenti per le murature di pietrame
- Art. 89 – Murature di mattoni
- Art. 90 – Pareti di una testa ed un foglio con mattoni pieni e forati
- Art. 91 – Murature miste
- Art. 92 – Integrazione e ripristino delle murature
- Art. 93 – Sarcitura delle murature mediante parziale sostituzione. Tecnica del "cuci e scuci"
- Art. 94 – Fissaggio dei paramenti originari
- Art. 95 – Sigillatura delle teste dei muri
- Art. 96 – Tagli delle murature con la seghe
- Art. 97 – Tagli della muratura con carotatrici
- Art. 98 – Tagli della muratura con filo
- Art. 99 – Consolidamento delle murature – Generalità

- Art. 100 – Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti
- Art. 101 – Consolidamento mediante iniezioni armate
- Art. 102 – Consolidamento mediante pareti di contenimento
- Art. 103 – Consolidamento mediante tiranti metallici
- Art. 104 – Consolidamento tramite incatenamenti e collegamenti
- Art. 105 – Consolidamento mediante inserimento di cordoli in calcestruzzo di c.a.
- Art. 106 – Costruzione delle volte
- Art. 107 – Costruzione dei solai
- Art. 108 – Controsoffitti
- Art. 109 – Costruzione delle coperture – Generalità
- Art. 110 – Coperture a falde
- Art. 111 – Sistemazione dei manti di copertura
- Art. 112 – Restauro dei solai e delle coperture – Sostituzioni e collegamenti
- Art. 113 – Solai – Sostituzione di travi in legno
- Art. 114 – Sostituzione del tavolato esistente
- Art. 115 – Restauro delle strutture lignee – Generalità
- Art. 116 – Ripristino di una struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata con conglomerati di resine e barre di armatura
- Art. 117 – Consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici
- Art. 118 – Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso
- Art. 119 – Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'intradosso
- Art. 120 – Controventatura ed irrigidimento di struttura piana mediante tiranti posti all'intradosso o all'estradosso
- Art. 121 – Irrigidimento di struttura piana mediante sovrapposizione di un nuovo tavolato
- Art. 122 – Restauro di strutture lignee tramite impregnazione consolidante
- Art. 123 – Disinfestazione del legno
- Art. 124 – Consolidamento di strutture in ferro – Generalità
- Art. 125 – Consolidamento estradosso di struttura piana con intervento sulle travi
- Art. 126 – Consolidamento intradosso di una struttura piana con posa in opera di un nuovo sistema di travi in ferro
- Art. 127 – Consolidamento estradosso di struttura piana tramite fasciatura estradosso con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)
- Art. 128 – Consolidamento delle volte – Generalità
- Art. 129 – Consolidamento di volta in muratura mediante posa in opera di rinfianchi cellulari
- Art. 130 – Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati
- Art. 131 – Consolidamento tramite fasciatura estradosso con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)
- Art. 132 – Impermeabilizzazioni – Generalità
- Art. 133 – Impermeabilizzazioni stratificate multiple realizzate "a caldo"
- Art. 134 – Impermeabilizzazione con guaine di gomma sintetica
- Art. 135 – Impermeabilizzazione realizzata con prodotti liquidi a base di resine sintetiche
- Art. 136 – Protezione delle impermeabilizzazioni
- Art. 137 – Lavori di deumidificazione – Generalità
- Art. 138 – Deumidificazione delle murature mediante iniezione di sostanze idrofobizzanti
- Art. 139 – Deumidificazione mediante taglio orizzontale della muratura e inserimento di conglomerati speciali
- Art. 140 – Deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina
- Art. 141 – Deumidificazione mediante l'utilizzo di sistemi elettro-osmotici
- Art. 142 – Utilizzo di intonaci idrofughi
- Art. 143 – Eliminazione delle efflorescenze saline
- Art. 144 – Sbarramento impermeabile verticale eseguito fra la superficie esterna della muratura ed il terreno
- Art. 145 – Sistemi di pulitura – Generalità
- Art. 146 – Metodi per la pulitura di edifici monumentali
- Art. 147 – Bonifica da macro e microflora
- Art. 148 – Eliminazione di macroflora e di microflora infestante
- Art. 149 – Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi – Generalità
- Art. 150 – Consolidamento di manufatti edili
- Art. 151 – Idrofobizzazione di manufatti edili

#### **Restauro degli apparati decorativi**

- Art. 152 – Restauro degli apparati decorativi – Generalità
- Art. 153 – Dipinti murali
- Art. 154 – Mosaici

- Art. 155 – Materiali lapidei di rivestimento
- Art. 156 – Conservazione di decorazioni a stucco
- Art. 157– Stuccature e trattamento delle lacune
- Art. 158 – Fissaggio di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura
- Art. 159 – Ripristino di intonaci e decorazioni mediante l'utilizzo della tecnologia del vuoto

#### **Opere Varie**

- Art. 160 – Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali
- Art. 161 – Restauro dei pavimenti e dei rivestimenti – Generalità
- Art. 162 – Sistemazione di lastre lapidee di rivestimento
- Art. 163 – Intonaci
- Art. 164 – Decorazioni
- Art. 165 – Restauro di intonaci e di decorazioni – Generalità
- Art. 166 – Ripristino di intonaci distaccati mediante l'esecuzione d'iniezioni a base di miscele idrauliche
- Art. 167 – Trattamento conservativo di pareti intonacate con malte a base di calce
- Art. 168 – Opere da carpentiere
- Art. 169 – Serramenti in legno Restauro e manutenzione
- Art. 170 – Opere in ferro – Norme generali e particolari
- Art. 171 – Restauro degli elementi metallici – Generalità
- Art. 172 – Metodi pulitura di elementi metallici
- Art. 173 – Protezione degli elementi metallici
- Art. 174 – Opere da vetraio
- Art. 175 – Opere da stagnaio, in genere
- Art. 176 – Tubazioni e canali di gronda
- Art. 177 – Opere da pittore – Norme generali
- Art. 178 – Esecuzioni particolari
- Art. 179 – Tappezzeria con carta

#### **Impianti**

- Art. 180 – Impianti – Generalità
- Art. 181 – Impianti elettrici – Generalità
- Art. 182 – Impianti di scarico delle acque meteoriche
- Art. 183 – Impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione

**PROGETTO: RECUPERO E VALORIZZAZIONE DI UNA PARTE DEL CASTELLO DEGLI ACQUAVIVA DA DESTINARE A CONTENITORE CULTURALE**

COMUNE: Nardò

PROVINCIA: Lecce

		<i>Euro</i>
a)	Importo per l'esecuzione dei lavori	824.850,50
b)	Spese tecniche progetto esecutivo e PSC	33.000,00
	<b>Sommano</b>	<b>857.850,50</b>
c)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza (normali e speciali)	17.000,00
<b>1)</b>	<b>Sommano</b>	<b>874.850,50</b>
d)	Somme a disposizione dell'amministrazione	<b>120.149,50</b>
<b>2)</b>	<b>Totale progetto</b>	<b>995.000,00</b>

PROGETTAZIONE: Ing. C. PELLEGRINO, Arch. G. PERRONE, Geom. V. DE TUGLIE, Geom. G. DE PASCALIS

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. N. D'ALESSANDRO

## **DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**

### **PARTE I – DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI**

#### **CAPO I**

##### **DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO**

L'intervento consiste nella realizzazione delle opere previste dal PROGETTO: **RECUPERO E VALORIZZAZIONE DI UNA PARTE DEL CASTELLO DEGLI ACQUAVIVA DA DESTINARE A CONTENITORE CULTURALE** meglio dettagliate nei restanti elaborati di progetto:

- Demolizione pavimentazioni e rivestimenti;
- Demolizione murature e coperture;
- Rimozione intonaco;
- Rimozione di manufatti esistenti (infissi, grate, superfetazioni, ecc.);
- Rimozione impianti tecnologici esistenti;
- Scavi a sezione ampia e svuotamento rinfianchi volte;
- Vespai e massetti;
- Realizzazione vano corsa ascensore con struttura in c.a.;
- Muratura in tufo di vari spessori;
- Riconfigurazione, apertura e chiusura di vani infissi;
- Revisione e ripristino di pavimentazioni solari;
- Intonaci, tinteggiature, ecc.;
- Pavimentazioni in pietra ed in ceramica;
- Infissi interni ed esterni;
- Indagini per decori e restauri affreschi;
- Impianto elettrico;
- Impianto antincendio;
- Impianto trasmissione dati;
- Impianto idrico-sanitario;
- Impianto ascensore;
- Impianto di condizionamento.

## CAPO II DEFINIZIONE ECONOMICA DELL'APPALTO

### TERMINI DI ESECUZIONI E PENALI

#### **Art. 1 – Oggetto ed ammontare dell'appalto**

L'appalto ha per oggetto i lavori previsti dal PROGETTO di **RECUPERO E VALORIZZAZIONE DI UNA PARTE DEL CASTELLO DEGLI ACQUAVIVA DA DESTINARE A CONTENITORE CULTURALE**.

L'intervento verrà realizzato secondo quanto disposto dall'art. 53, comma 2/b del D.Lgs. 163/06 e dall'art. 1 comma 2 b) della Dir. CE 18/2004 e dall'art. 169 del D.P.R. 207/2010, affidando perciò in appalto la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere.

L'importo dei lavori a base d'asta e soggetto a ribasso ammonta a € **857.850,50** dei quali € 824.850,50 per lavori ed € 33.000,00 per spese tecniche relative alla redazione del progetto esecutivo e del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

L'importo degli oneri sulla sicurezza non soggetto a ribasso d'asta ammonta a € **17.000,00**.

L'importo dei lavori posti a base dell'affidamento, comprese le spese tecniche e gli oneri di sicurezza ammonta a complessivi € **874.850,50**

Il presente capitolato speciale stabilisce le norme particolari che regolano l'esecuzione dell'appalto di cui sopra.

Il presente capitolato vale anche per l'esecuzione delle varianti al progetto suindicato che in qualsiasi momento l'Amministrazione intendesse apportare, nonché per tutte le prestazioni complementari che l'Amministrazione stessa, fino al collaudo, intendesse richiedere all'Appaltatore, e che l'Appaltatore si obbliga sin d'ora a soddisfare come specificato al seguente art. 4.

L'importo dei lavori previsto contrattualmente può variare di un quinto in più o in meno, secondo quanto previsto dal Capitolato Generale d'Appalto per le OO.PP., in rispetto all'art. 132 del D.Lgs. 163/2006 senza che l'appaltatore possa avanzare alcuna pretesa.

#### **Art. 2 – Modalità di stipulazione del contratto**

Il contratto è stipulato "a misura" ai sensi dell'articolo 53, comma 4 del D.Lgs. 163/2006.

L'importo contrattuale è determinato dall'importo dei lavori e delle spese tecniche al netto del ribasso di aggiudicazione sull'elenco prezzi posto a base di gara aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere e non oggetto dell'offerta ai sensi dell'articolo 131 del D.Lgs. 163/2006 e del D.Lgs. 81/2008.

I prezzi contrattuali sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 132 del D.Lgs. 163/2006.

Per eventuali lavori in economia l'Impresa sarà comunque tenuta a fornire materiali, mano d'opera e mezzi d'opera la cui idoneità sarà stabilita insindacabilmente dal DL.

Le opere da eseguire, salvo le indicazioni di dettaglio che saranno più specificatamente previste all'atto esecutivo, sono quelle del progetto definitivo, del quale fa parte il presente Capitolato Speciale.

Gli oneri per le eventuali occupazioni temporanee delle aree necessarie per l'esecuzione dei lavori saranno a totale carico dell'Impresa, ivi compresi gli eventuali danni arrecati a tali aree.

All'atto aggiuntivo, conseguente all'approvazione del progetto esecutivo da parte degli organi competenti, saranno richiamati tutti i documenti allegati.

Il contratto d'appalto e l'atto aggiuntivo verranno stipulati nella forma pubblico amministrativa.

La prestazione di cui al presente Appalto viene effettuata nell'esercizio d'impresa e, pertanto, è soggetta all'imposta sul valore aggiunto (DPR 26.10.1972 n. 633) da sommarsi agli importi di appalto, a carico della Stazione Appaltante nella misura vigente al momento del pagamento che verrà indicata dalla Stazione Appaltante su richiesta dell'Appaltatore da effettuarsi prima dell'emissione della fattura.

Sono escluse dall'Appalto- senza che l'Appaltatore possa fare eccezione o richiedere compenso alcuno- tutte quelle opere eventuali ed imprevedute che la Direzione Lavori ritenesse di far eseguire ad altre imprese.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di ordinare a diverse Ditte ogni altra prestazione e/o fornitura che, a suo esclusivo giudizio, richieda una tecnica specializzata o sia oggetto di speciali brevetti.

#### **Art. 3 – Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili**

Ai sensi dell'art. 61 del Regolamento dei Lavori Pubblici approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e in conformità all'allegato "A" al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere "OG2" – *Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali ed ambientali.*

I lavori appartenenti a categorie generali (serie "OG") dell'allegato "A" al regolamento approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, diverse da quella prevalente, di importo superiore al 15% del totale dei lavori in appalto e superiore a € 150.000, devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei requisiti di qualificazione per la relativa categoria; in caso contrario devono essere realizzati da un'impresa mandante; in ogni caso l'esecutore deve essere in possesso dei requisiti necessari. I predetti lavori, con i relativi importi, sono individuati con il numero 2, nella tabella "A" di seguito indicata.

I lavori appartenenti a categorie generali o specializzate dell'allegato "A" al regolamento approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, diverse da quella prevalente, di importo superiore al 10% del totale dei lavori in appalto ma non superiore a Euro 150.000, possono essere realizzati dall'appaltatore anche se questi non sia in possesso dei requisiti di qualificazione per la relativa categoria; essi possono altresì, a scelta dello stesso appaltatore, essere scorporati per essere realizzati da un'impresa mandante ovvero realizzati da un'impresa subappaltatrice qualora siano stati indicati come subappaltabili in sede di offerta; in quest'ultimo caso l'impresa subappaltatrice deve essere in possesso dei soli requisiti di cui all'articolo 90 del regolamento approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207. I predetti lavori, con i relativi importi, sono individuati con il numero 3, nella tabella "A" di seguito indicata.

I lavori, per i quali vige l'obbligo di esecuzione da parte di installatori aventi i requisiti di cui al regolamento di attuazione D.M. n. 37 del 22/01/2008, devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei predetti requisiti; in caso contrario essi devono essere indicati obbligatoriamente in sede di gara come opere da affidare in subappalto a ditta in possesso dei requisiti medesimi; in ogni caso l'esecutore deve essere in possesso dei requisiti necessari.

**Tabella A**

CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI DEI LAVORI

	<b>Lavori</b>	<i>Categoria ex allegato A D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207</i>		<i>Euro (compresi oneri della sicurezza)</i>	<i>Incidenza manodopera (%)</i>
1	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali ed ambientali-	Prevalente	<b>OG2</b>	824.850,50	
TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI D'APPALTO (al netto delle spese tecniche e degli oneri di sicurezza)				<b>824.850,50</b>	

**Art. 4 – Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili**

I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 132, comma 3, del D.Lgs. 163/2006, all'articolo 45, commi 6, 7 e 8, del regolamento generale sui LL.PP., e all'articolo "Variazioni delle opere progettate" sono indicate nella seguente tabella "B", allegata e parte integrante e sostanziale del contratto.

PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE - CATEGORIE CONTABILI (ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera)			
<i>n.</i>	<b>DESIGNAZIONE DELLE CATEGORIE OMOGENEE DEI LAVORI</b>	<i>In Euro</i>	<i>In %</i>
1	Opere murarie	€ 661.250,50	78,55
2	Impianto idrico-sanitario	€ 12.200,00	1,45
3	Impianto elettrico	€ 25.000,00	2,97
4	Impianto antintrusione	€ 6.000,00	0,71
5	Impianto trasmissione dati e telefono	€ 6.500,00	0,77

6	Impianto di condizionamento	€ 63.000,00	7,48
7	Impianto antincendio	€ 12.500,00	1,48
8	Impianto elevatore	38.400,00	4,56
<b>TOTALE LAVORI A MISURA</b>		<b>824.850,50</b>	
	Spese tecniche per progettazione esecutiva e redazione PSC	33.000,00	-
	Oneri di sicurezza	17.000,00	2,02
	<b>Totale importo lavori (compresi oneri di sicurezza)</b>	<b>€ 874.850,50</b>	<b>100,00</b>

### Art. 5 – Attività di progettazione

Come già premesso la gara è regolata dalle norme contenute nel presente Capitolato Speciale e nel progetto definitivo, le cui prescrizioni dovranno essere seguite dalle Imprese concorrenti per la formulazione del ribasso sul prezzo indicato dall'Amministrazione.

Tali prescrizioni dovranno inoltre essere seguite, dalla sola Impresa aggiudicataria, nell'attività di progettazione esecutiva delle opere nel rispetto delle quantità e della qualità dei materiali previsti nella lista dei lavori redatta dai progettisti del definitivo.

L'Amministrazione appaltante impone, nella progettazione definitiva, le scelte progettuali che dovranno essere rispettate dall'Appaltatore. L'Appaltatore avrà quindi l'obbligo di redigere un progetto esecutivo in ogni sua parte, in piena conformità al progetto definitivo e alle prescrizioni contenute nei pareri rilasciati dagli Enti preposti, che determini in ogni dettaglio i lavori da realizzare ed il relativo costo. Il progetto esecutivo dovrà essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. L'onere per gli eventuali adeguamenti alle prescrizioni contenute nei pareri rilasciati dagli Enti di cui sopra si intendono compresi nel prezzo offerto per la progettazione esecutiva.

Durante lo sviluppo della fase progettuale esecutiva e l'esecuzione dei lavori sarà onere dell'Appaltatore lo svolgimento, incluse le spese e gli oneri, di tutte le pratiche occorrenti presso i vari Enti (ENEL, ENPI, ISPELS, Ispettorato del lavoro, VVF, GAS, TELECOM, Genio Civile, Soprintendenze ed ogni altro Ente o Organismo che abbia qualsivoglia competenza sulle opere) per ottenere pareri, nulla-osta, atto di assenso o autorizzazione di competenza, gli oneri relativi di ordinanze o di autorizzazioni relative alla modifica della viabilità. In proposito si richiamano i pareri già espressi dagli enti preposti ed acquisiti dalla Stazione Appaltante.

La ditta aggiudicataria si assumerà la piena e completa responsabilità del progetto esecutivo, così come dell'efficacia delle soluzioni proposte.

Al fine della corretta valutazione sia dell'offerta economica che dei parametri inerenti il progetto esecutivo sarà comunque cura dell'Impresa accertarsi, come già accennato, dello stato di consistenza dell'area ove dovranno sorgere le opere e di tutti i particolari esecutivi ed impiantistici che possono essere utili alla redazione del progetto.

L'Impresa aggiudicataria dovrà pertanto presentare il progetto esecutivo ai sensi dell'art. 93, comma 5 del D.Lgs. 163/06, artt. 33 e seguenti del DPR n° 207/2010, del D.M. 81/2008 e ss.mm.ii. nonché di tutta la eventuale nuova normativa che dovesse essere in vigore al momento della gara.

Il progetto delle opere dovrà essere firmato da uno o più professionisti (ingegneri e/o architetti) specializzati in restauro conservativo e in progettazione di impianti tecnologici.

La mancata disponibilità all'espletamento della progettazione esecutiva da parte del progettista individuato dal concorrente comporterà la risoluzione del contratto d'appalto in danno dell'appaltatore con incameramento della cauzione salvo maggiori danni, ferma restando, in caso di forza maggiore, la facoltà della Stazione Appaltante di considerarne la sostituzione con altro progettista di suo gradimento, in possesso dei requisiti richiesti dal presente articolo e che non ricada nelle cause di esclusione indicate.

A carico del progettista e dell'esecutore dovranno essere stipulate, qualora dovute in base alla normativa in vigore al momento della gara, le polizze assicurative ai sensi e per gli effetti degli artt. 111 del D.Lgs. 163/06 s.m.i. e degli artt. 124, 125, 126, 269 del DPR 207/2010 riguardante le modalità di attuazione degli obblighi assicurativi imposti alle varie componenti del sistema degli appalti pubblici.

Il progetto dovrà essere redatto in lingua italiana e consegnato in 5 (cinque) copie cartacee e una copia su supporto informatico, oltre ad eventuali altre richieste dall'Amministrazione, firmate dai progettisti delle opere e dal firmatario dell'offerta, completo di tutti gli elaborati che verranno di seguito elencati, specificando perfettamente le condizioni alle quali l'Impresa eseguirà le opere e le forniture.

Resta infine stabilito che il progettista, nell'ubicare le sezioni ed eseguire i tracciati dovrà, previ contatti con gli Enti interessati, effettuare saggi, accertarsi della esistenza nel sottosuolo di eventuali servizi, cavi elettrici, telegrafici e telefonici o altri ostacoli che comunque possano essere interessati dalla esecuzione dei lavori e concordare con le amministrazioni ed enti interessati dai lavori i dettagli esecutivi connessi alle interferenze, e le relative concessioni, autorizzazioni, permessi.

Il progetto, ai sensi dell'art. 33 del DPR 207/2010, dovrà quindi essere corredato da tutti gli elaborati tecnici che costituiscono la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e dovrà essere pertanto costituito da:

1. **Relazione generale** che descriva in dettaglio i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi, per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli qualitativi, i materiali. La relazione dovrà contenere la illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato.

2. **Relazione tecnica e prestazionale degli impianti**, redatta in conformità a quanto stabilito nelle specifiche Norme Tecniche e così articolata:

- Relazione descrittiva a prestazionale che illustri nel dettaglio, nel rispetto puntuale dell'articolato delle specifiche tecniche del progetto definitivo, la struttura e la configurazione esecutiva degli impianti elettrici e di controllo, dell'impianto idrico-sanitario, dell'impianto di condizionamento, dell'impianto di riscaldamento, dell'impianto antincendio, dell'impianto ascensore, degli impianti di illuminazione sia interna che esterna, degli impianti idrici e di irrigazione, degli impianti fognari e la loro conformità alle prescrizioni degli elaborati del progetto definitivo, la congruità delle scelte effettuate, le specifiche soluzioni adottate per risolvere aspetti di dettaglio, le integrazioni migliorative eventualmente previste, le apparecchiature con tipo, marca, caratteristiche tecniche, consistenza, componentistica da impiegare ed ogni altro particolare accorgimento previsto atto a dimostrare il raggiungimento degli obiettivi. La relazione conterrà inoltre la descrizione delle modalità di conduzione degli impianti in automatico ed in manuale.
- Relazione di calcolo esecutivo degli impianti elettrici e di illuminazione, completa di tutte le elaborazioni e le analisi atte a dimostrare: la conformità delle soluzioni adottate alla normativa tecnica CEI vigente al momento dell'elaborazione; la verifica sulle cadute di tensione in linea; la verifica sull'ammissibilità delle sollecitazioni termiche dei conduttori; la verifica sul coordinamento delle protezioni delle condutture da sovraccarichi e cortocircuiti e sulla loro selettività d'intervento; la verifica del sistema di protezione degli operatori da contatti diretti ed indiretti; la verifica sul coordinamento delle protezioni dei motori; i criteri di scelta di tutte le apparecchiature di comando e protezione; l'analisi probabilistica sui rischi da fulminazione; la verifica sulle scelte illuminotecniche adottate in conformità ai valori previsti dalle normative vigenti.

3. **Elaborati grafici** d'insieme e di dettaglio in scala adeguata dai quali risultino le configurazioni proposte sia a livello generale che particolare, le strutture e le dimensioni di ogni parte delle opere facenti parte dell'intervento, gli ingombri e la esatta ubicazione delle opere d'arte, canalizzazioni, impianti, etc. con l'indicazione degli apparecchi necessari, nonché le modalità di ancoraggio e fissaggio alle strutture ed i carichi insistenti sulle stesse. In particolare le varie planimetrie dell'intervento dovranno essere prodotte in scala adeguata. I disegni esecutivi delle strutture, redatti in scala 1:50/20 dovranno riportare l'armatura metallica sia all'interno della struttura che all'esterno (ferri sfilati) con l'indicazione della posizione, del numero dei ferri, del diametro e delle lunghezze parziali e totali, nonché la tabella con la distinta da cui risulti, per diametro, il peso totale. Il progetto degli impianti elettrici e di controllo, dell'impianto idrico-sanitario, dell'impianto di condizionamento, dell'impianto di riscaldamento, dell'impianto antincendio, dell'impianto ascensore, degli impianti di illuminazione pubblica, degli impianti idrici e di irrigazione e degli impianti fognari sarà corredato dai necessari elaborati grafici indicati nelle norme tecniche: planimetrie generali, in numero e tipo conformi a quelle allegate al progetto definitivo, riportanti i circuiti di distribuzione principale e secondaria e le dotazioni previste in ciascuna porzione elementare d'impianto; schemi elettrici unifilari di tutti i quadri elettrici con i tipi delle apparecchiature adottate ed i loro dati caratteristici; schemi elettrici multifilari funzionali atti ad individuare i collegamenti di cablaggio, gli ausiliari e gli automatismi, previsti in tutti i quadri di distribuzione e alimentazione; disegni dei fronte quadro per tutti i quadri di distribuzione e alimentazione, ecc.

4. **Calcoli esecutivi degli impianti** nell'osservanza delle rispettive normative di riferimento così come prescritto dall'art. 37 del DPR 207/2010.

5. **Calcoli statici delle strutture** con particolare riferimento al vano ascensore ed agli interventi di consolidamento, comprendenti tutti gli elaborati di calcolo previste per legge e necessarie per il deposito presso lo sportello unico dell'edilizia secondo quanto previsto dall'art. 65 del D.P.R. 380/2001. Nel

progetto delle opere strutturali dovranno risultare, in modo chiaro ed esauriente, le calcolazioni eseguite, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture, e quanto altro occorre per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione. Il progetto dovrà essere corredato da una relazione illustrativa dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.

6. **Computi metrici estimativi** ricavati in base alle quantità delle categorie di lavoro. I computi metrici estimativi saranno valutati con l'applicazione dei relativi prezzi unitari ricavati dall'elenco prezzi.

7. **Analisi dei prezzi** unitari impiegati nei computi metrici da calcolare in base alle merce di operai vigenti nella località e ai costi correnti dei noleggi, dei mezzi d'opera, dei materiali a piè d'opera, comprensivi di spese generali, utile d'impresa e ogni altro onere.

8. **Elenco dei prezzi unitari** e specifiche tecniche. Tutti i prezzi riportati in elenco per merce, noli, materiali provvisti a piè d'opera e lavori a misura dovranno essere comprensivi di tutti gli oneri specificati sia nelle singole voci di elenco sia nel Disciplinare tecnico-prestazionale, nelle Norme tecniche di esecuzione ed in tutti gli allegati del progetto. I lavori e le somministrazioni verranno valutati in base ai prezzi unitari indicati nell'elenco prezzi allegato. La parte descrittiva delle categorie di lavoro e le specifiche tecniche dovranno comprendere le stesse indicazioni, eventualmente meglio specificate e più dettagliate, contenute negli allegati al progetto definitivo redatto dall'Amministrazione. Dovranno inoltre obbligatoriamente essere sempre menzionate le caratteristiche costruttive e definite univocamente le Ditte produttrici dei singoli materiali e/o apparecchiature. Tutti i prezzi, sotto le condizioni tutte del contratto si intendono offerti dall'appaltatore in base a calcoli di sua propria convenienza a tutto suo rischio e quindi sono invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità. L'Appaltatore non avrà perciò ragione di pretendere sovrapprezzi o indennità speciali di nessun genere per aumento di costi di materiali, della mano d'opera e dei trasporti, dazi, imposte, perdite per scioperi di operai; per i maggiori nuovi oneri afferenti alla Previdenza Sociale ed alle disposizioni tutte dell'impiego della mano d'opera e per qualsiasi altra circostanza che potesse verificarsi dopo in aggiudicazione. Non verranno infine contabilizzati, né pagati, finimenti, magisteri più accurati, migliori o eccedenti rispetto a quanto sarà previsto nel progetto esecutivo, ancorché l'Amministrazione possa ricavare da questi miglioramenti, vantaggi estetici, pratici ed economici.

9. **Cronoprogramma.**

10. **Piano di sicurezza e di coordinamento** di cui all'articolo 100 del Decreto Legislativo n. 81/2008 redatto in base a quanto previsto nell'Allegato XV del medesimo decreto.

11. **Piano di manutenzione** dell'opera e delle sue parti che deve prevedere e pianificare, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Tale elaborato dovrà essere redatto secondo le modalità previste dall'art. 38 del DPR 207/2010.

12. **Capitolato speciale d'appalto** consiste nel presente Capitolato Speciale aggiornato con gli importi netti contrattuali e con le eventuali indicazioni tecniche integrative rispetto a quelle previste nel progetto definitivo.

13. **Quadro di incidenza percentuale della manodopera.**

14. **Schema di contratto**

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare il proprio progetto esecutivo, completo in ogni sua parte, entro e non oltre **60 (sessanta)** giorni naturali e consecutivi dalla data di ricevimento della comunicazione (a mezzo fax o altro mezzo) di aggiudicazione definitiva. Con cadenza quindicinale è prevista una verifica della progettazione esecutiva da parte del Responsabile del Procedimento che all'uopo convocherà i Progettisti incaricati e il direttore tecnico dell'Impresa aggiudicataria.

In base all'art. 133 del D.Lgs. 163/06 i progettisti sono soggetti a penali per il ritardato adempimento dell'obbligo contrattuale. La penale che viene fissata per la ritardata presentazione del progetto esecutivo è pari a € 3.000,00 (dicasi euro tremila) per ogni giorno di ritardo. Qualora il ritardo nella presentazione del progetto esecutivo ecceda i 20 gg. la Stazione Appaltante si riserva l'insindacabile possibilità della risoluzione in danno del contratto.

Il progetto esecutivo elaborato dall'Impresa aggiudicataria sarà quindi esaminato dalla amministrazione appaltante cui compete altresì l'approvazione. L'Amministrazione comunicherà alla Ditta l'avvenuta approvazione ovvero saranno segnalate le eventuali modifiche da apportare al progetto stesso e verrà quindi indicato il termine perentorio entro il quale la Ditta dovrà ripresentare il progetto modificato secondo le indicazioni dei tecnici dell'Ente.

Il progetto così modificato sarà ulteriormente esaminato dall'Amministrazione e nel caso in cui il progetto modificato non venisse approvato a causa di carenze dovute ad una non corretta progettazione, l'Amministrazione attuerà la risoluzione in danno del contratto. Per ogni giorno di ritardo rispetto al

termine perentorio di ripresentazione del progetto modificato secondo quanto indicato dall'Ente, si applicherà una penale pari a € 3.000,00 (dicasi euro tremila). Qualora il ritardo ecceda i 10 gg. la Stazione Appaltante si riserva l'insindacabile possibilità della risoluzione in danno del contratto.

L'Appaltatore non potrà richiedere compensi, indennizzo o risarcimento alcuno per il tempo impiegato durante l'iter istruttorio e/o di approvazione del progetto.

L'Amministrazione e la Ditta aggiudicataria provvederanno quindi alla stipula di apposito atto aggiuntivo al contratto cui saranno allegati tutti gli elaborati del progetto esecutivo così come approvati dagli organi competenti.

Le spese tecniche (oneri di progettazione esecutiva) saranno liquidate direttamente ai progettisti in unica soluzione dopo l'approvazione del progetto da parte della Stazione Appaltante ed entro sessanta giorni decorrenti dal ricevimento della fattura.

#### **Art. 6 – Forme e principali dimensioni delle opere**

Le opere oggetto dell'appalto, elencate all'art.1, risultano specificate nel computo metrico e negli elaborati di progetto, salvo le offerte migliorative proposte dalla ditta aggiudicataria e le ulteriori precisazioni in sede esecutiva ordinate dalla direzione dei lavori.

I lavori dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto delle regole d'arte e con i migliori accorgimenti tecnici per la loro perfetta esecuzione.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte risultano da tutti i documenti che costituiscono il progetto e fatto salvo quanto verrà precisato dalla Direzione Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione. Al termine dei lavori le opere oggetto dell'appalto dovranno essere consegnate al Committente funzionanti; l'appalto stesso comprende quindi tutto quanto necessario per raggiungere tale finalità.

#### **Art. 7 – Criteri di aggiudicazione dei lavori**

L'individuazione della ditta appaltatrice avviene mediante procedura pubblica aperta secondo quanto disposto dall'art. 53, comma 2/b del D.Lgs. 163/06 e dall'art. 169 del D.P.R. 207/2010, affidando perciò in appalto la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere utilizzando il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

La ditta aggiudicataria può svincolarsi dall'offerta dopo che siano trascorsi 180 giorni dalla presentazione della stessa, senza che sia stato stipulato il contratto.

#### **Art. 8 – Documenti contrattuali – Spese contrattuali**

Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

- a) il capitolato generale d'appalto approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000, n. 145, per quanto non in contrasto con il presente capitolato speciale o non disciplinato dallo stesso;
- b) il capitolato speciale d'appalto comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
- c) tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo;
- d) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del decreto legislativo n. 81 del 2008 e successive modificazioni e integrazioni;
- e) il piano operativo di sicurezza redatto dall'Appaltatore;

Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

- il computo metrico e il computo metrico estimativo;
- le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti soggettivi degli esecutori, ai fini della definizione dei requisiti oggettivi e del subappalto, e, sempre che non riguardino il compenso a corpo dei lavori contrattuali, ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 132 del D.Lgs. 163/2006;
- la descrizione delle singole voci elementari, le quantità delle stesse rilevabili dagli atti progettuali e da qualsiasi altro loro allegato.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di gara, quelle per redazione, copia, stipulazione e registrazione del contratto, quelle di bollo e di registro degli atti, occorrenti per la gestione dei lavori dal giorno dell'aggiudicazione a quello del collaudo dell'opera finita.

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

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

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

### **Art. 9 – Essenzialità delle clausole – Conoscenza delle condizioni di appalto**

L'Appaltatore con la partecipazione alla gara, dichiara espressamente che tutte le clausole e condizioni previste nel contratto, nel presente capitolato e in tutti gli altri documenti che del contratto fanno parte integrante, hanno carattere di essenzialità.

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Ai sensi dell'articolo 106, comma 3, regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. 207/2010, l'Appaltatore da altresì atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione tutta, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto unitamente al responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dichiara altresì di essersi recato sul luogo dove debbono eseguirsi i lavori e nelle aree adiacenti e di aver valutato l'influenza e gli oneri conseguenti sull'andamento e sul costo dei lavori, e pertanto di:

- aver preso conoscenza delle condizioni locali, delle cave, dei campioni e dei mercati di approvvigionamento dei materiali, nonché di tutte le circostanze generali e particolari che possano aver influito sulla determinazione dei prezzi e delle condizioni contrattuali e che possano influire sull'esecuzione dell'opera;
- di avere accertato le condizioni di viabilità, di accesso, di impianto del cantiere, dell'esistenza di discariche autorizzate, e le condizioni del suolo su cui dovrà sorgere l'opera;
- di aver esaminato minuziosamente e dettagliatamente il progetto sotto il profilo tecnico e delle regole dell'arte, anche in merito al terreno di fondazione e ai particolari costruttivi, riconoscendo a norma di legge e a regola d'arte, e di conseguenza perfettamente eseguibile senza che si possano verificare vizi successivi alla ultimazione dei lavori;
- di aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori, oggetto dell'appalto, nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori posti in appalto;
- di avere attentamente vagliato tutte le indicazioni e le clausole del presente Capitolato Speciale, in modo particolare quelle riguardanti gli obblighi e responsabilità dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dichiara altresì quanto segue:

- di aver esaminato attentamente il progetto definitivo, anche per verificarne la rispondenza alle leggi, norme e prescrizioni e di tenerne conto nella redazione del progetto esecutivo. L'Appaltatore, poiché assume con l'appalto, in forma completa ed esclusiva, l'onere e la responsabilità del conseguimento delle eventuali approvazioni e nulla osta per la realizzazione dell'appalto e per l'agibilità dell'opera, formula l'offerta nella consapevolezza di dover realizzare l'opera con tutti gli eventuali aggiornamenti necessari a tali fini, prescritti e/o concordati con gli

organi competenti, prevedendone l'incidenza sul prezzo e sui tempi per l'esecuzione dei lavori. Ne consegue che l'offerta formulata dall'Appaltatore non può subire modifiche per effetto dei suddetti aggiornamenti.

- di essere edotto che dovrà produrre a sua cura e spese, a mezzo di tecnici laureati ingegneri, iscritti all'Albo professionale, tutti gli elaborati, grafici e di calcolo, necessari per la "cantierizzazione" del progetto e per la realizzazione dell'opera nel pieno rispetto delle prescrizioni di leggi e di regolamenti e delle più qualificate normative tecniche specialistiche, oltre che per esigenze funzionali, di sicurezza, estetiche, ecc. del progetto e che tali prestazioni non gli daranno diritto ad alcuna modifica dei patti contrattuali, relativi al tempo e al prezzo.
- di essere edotto che tutti gli elaborati grafici, illustrativi, descrittivi e di calcolo costituenti la cantierizzazione del progetto esecutivo di cui sopra, sia degli elementi in esso identificati, sia degli elementi da esso identificabili mediante elaborati integrativi di quelli di contratto prodotti da propri tecnici in fase di cantierizzazione, non potranno essere né in contrasto, né in variante rispetto al progetto esecutivo approvato (salva autorizzazione della Stazione Appaltante nelle forme previste dal presente Capitolato), al quale dovranno uniformarsi in tutti gli aspetti tecnici e formali.

La Stazione Appaltante tramite il R.U.P. sottoporrà gli elaborati della cantierizzazione all'approvazione del Direttore dei Lavori; tale approvazione, pur vincolante per l'Appaltatore, non esonera comunque e in nessun caso l'Appaltatore stesso ed i suoi tecnici ausiliari della piena ed esclusiva responsabilità per la completa e fedele esecuzione dell'opera appaltata.

L'Appaltatore dovrà utilizzare in cantiere copie autentiche degli elaborati grafici che fanno parte integrante del contratto. Le integrazioni necessarie ai fini costruttivi (cantierizzazione) dovranno contenere espliciti riferimenti agli elaborati di progetto dei quali costituiscono lo sviluppo, o dai quali traggono origine. Anche di essi l'Appaltatore utilizzerà in cantiere solo copie autentiche, con gli estremi della consegna degli originali alla Stazione Appaltante.

L'approvazione da parte del DL dei disegni, schemi e programmi inerenti la cantierizzazione non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore od omissione degli elaborati e per difformità dalle indicazioni fornite nei documenti contrattuali.

L'Appaltatore dovrà ripresentare i disegni a cui siano state apportate correzioni da parte della Stazione Appaltante, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva: questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere.

Gli elaborati di cui sopra verranno approvati dal DL entro 10 giorni dal ricevimento di ciascuna parte del progetto di cantierizzazione individuata nello specifico programma elaborato dall'Appaltatore nell'elaborazione del progetto esecutivo.

Il rifiuto motivato dell'approvazione di tali elaborati progettuali non comporterà proroga del termine di completamento dell'opera.

La "cantierizzazione del progetto" deve essere eseguita entro i termini fissati nel programma elaborato dall'Appaltatore ed allegato al contratto.

Durante il corso dei lavori l'Appaltatore dovrà aggiornare tutti i disegni esecutivi secondo quanto effettivamente costruito e fornirli, prima dell'inizio delle operazioni di collaudo (anche in corso d'opera), in almeno 3 (tre) copie, oltre ad una copia riproducibile su carta e ad una copia su supporto magnetico.

È altresì sottinteso che l'Appaltatore si è reso conto, prima dell'offerta, di tutti i fatti che possano influire sugli oneri connessi alla progettazione, esecuzione e manutenzione delle opere fino al collaudo, che si intendono compensati nell'importo di contratto.

In conseguenza, i prezzi offerti, sotto le condizioni del contratto e del presente Capitolato Speciale e del progetto esecutivo redatto dall'Impresa aggiudicataria, si intendono dunque formulati dall'Impresa in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e pericolo, e quindi sono fissi, invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità, anche di forza maggiore e straordinaria.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o sopravvenienza di elementi ulteriori, a meno che tali nuovi elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore.

#### **Art. 10 – Prestazioni in economia**

Non sono previste prestazioni in economia. Quando siano necessarie lavorazioni non contemplate nei prezzi d'appalto, i nuovi prezzi verranno valutati e approvati ai sensi dell'art. 136 del D.P.R. 554/99.

Le prestazioni per detti lavori verranno ordinate di volta in volta dalla Direzione Lavori e verranno registrate giornalmente su appositi moduli compilati e rilasciati firmati dalla stessa Direzione.

Per la fornitura di mano d'opera con detti prezzi si intendono in particolare compensati anche l'uso, il deperimento e le perdite degli attrezzi di cui l'Impresa dovrà dotare gli operai, nonché le prestazioni degli assistenti ed ogni altro personale che non prenda parte diretta e materiale all'esecuzione dei lavori.

Per la fornitura di materiali, i prezzi si intendono per i materiali regolarmente posti a deposito in cantiere, protetti nel modo più idoneo per la loro conservazione e poi resi a piè d'opera. Per i trasporti in economia le distanze verranno contabilizzate per gli effettivi percorsi. Per i noleggi, con detti prezzi si intendono compensati inoltre i consumi e le prestazioni di mano d'opera occorrenti per il funzionamento dei mezzi; il tempo di noleggio è quello effettivamente impiegato per eseguire il lavoro.

Qualsiasi prestazione in economia dovrà essere documentata firmata dall'Impresa e controfirmata dalla Direzione dei Lavori il giorno stesso della sua esecuzione.

#### ***Art. 11 – Interferenze con le attività presenti nella parte dell'immobile esclusa dall'appalto***

L'Impresa dovrà assicurare il normale svolgimento delle attività che si svolgono nella restante porzione del fabbricato escluso dagli interventi oggetto di appalto. Sarà cura dell'Impresa organizzare conseguentemente il programma di esecuzione dei propri lavori senza pregiudicare il corretto avanzamento degli stessi e sempre nel rispetto del tempo contrattuale.

#### ***Art. 12 – Tempo utile per l'ultimazione dei lavori – Penali – Consegna dei lavori e inizio dei lavori***

L'Appaltatore dovrà avere compiuto interamente i lavori appaltati in **giorni 240 (duecentoquaranta)** naturali consecutivi a decorrere dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari allo **0,5** per mille (zerovirgolacinque per mille) dell'importo contrattuale.

La riscossione della penale si farà secondo quanto previsto dalle disposizioni vigenti in materia.

L'ultimazione dei lavori dovrà essere comunicata per iscritto dall'Appaltatore e dovrà risultare da apposito verbale sottoscritto dall'Appaltatore e dal Direttore dei lavori.

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

È facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, alla consegna dei lavori, ai sensi degli articolo 153, commi 1 e 4, del regolamento generale sui LL.PP.; in tal caso il Direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, viene fissato un termine perentorio dalla Direzione lavori, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

L'Appaltatore, nell'eseguire i lavori in conformità del progetto, dovrà uniformarsi agli ordini di servizio ed alle istruzioni e prescrizioni che gli saranno comunicate per iscritto dal Direttore dei lavori, fatte salve le sue riserve nel registro di contabilità.

Se l'inizio dei lavori contempla delle categorie di lavoro oggetto di subappalto, sarà cura dell'Appaltatore accertarsi di avere tutte le autorizzazioni, previste per legge, da parte della stazione appaltante.

Per eventuali differenze riscontrate fra le condizioni locali ed il progetto, all'atto della consegna dei lavori, si applicano le norme richiamate all'art. 155 del regolamento generale sui LL.PP. "Differenze riscontrate all'atto della consegna".

#### *PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI*

##### **Art. 13 – Andamento dei lavori**

L'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non vada a danno della buona riuscita dei lavori, alle prescrizioni sulle misure di prevenzione e sicurezza del lavoro sui cantieri ed agli interessi dell'Amministrazione appaltante.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del Direttore dei lavori e del Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione un diagramma dettagliato di esecuzione dell'opera per singole lavorazioni o categorie di lavoro (tipo Gant, Pert o simili), che sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto l'Amministrazione appaltante si riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di una determinata lavorazione entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente per i propri interessi, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

##### **Art. 14 – Proprietà dei materiali di recupero o scavo**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni resteranno di proprietà dell'Amministrazione appaltante, e per essi il Direttore dei lavori potrà ordinare all'Appaltatore la selezione, l'accatastamento e lo stoccaggio in aree idonee del cantiere, intendendosi di ciò compensato con i prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Tali materiali potranno essere riutilizzati dall'Appaltatore nelle opere da realizzarsi solo su ordine del Direttore dei lavori, e dopo avere pattuito il prezzo, eventualmente da detrarre dal prezzo della corrispondente lavorazione se non già contemplato (art. 36 del D.M. LL.PP. n. 145/2000).

#### *SOSPENSIONI O RIPRESE DEI LAVORI*

##### **Art. 15 – Sospensione – Ripresa e proroghe dei lavori**

La Direzione lavori potrà ordinare la sospensione dei lavori in conformità a quanto previsto dall'art. 158 e 159 del vigente regolamento generale sui LL.PP. (D.P.R. n. 207/2010).

Cessate le cause della sospensione la Direzione dei lavori ordina la ripresa dei lavori redigendo l'apposito verbale. L'Appaltatore che ritenga esser cessate le cause che hanno determinato la sospensione dei lavori senza che sia stata disposta la loro ripresa, può diffidare per iscritto il Responsabile del procedimento a dare le necessarie disposizioni alla Direzione dei lavori perché provveda alla ripresa dei lavori stessi.

Nessun diritto per compensi od indennizzi spetterà all'Appaltatore in conseguenza delle ordinate sospensioni, la cui durata peraltro sarà aggiunta al tempo utile per l'ultimazione dei lavori.

I verbali di sospensione e ripresa dei lavori saranno firmati dal Direttore dei lavori e dall'Appaltatore e trasmessi al Responsabile del procedimento entro 5 giorni dalla data della loro redazione.

Nell'interesse dell'Amministrazione appaltante, previo accordo della Direzione lavori e del Responsabile del procedimento, sono ammesse sospensioni parziali dei lavori, nel relativo verbale dovranno essere riportate le opere o le lavorazioni per cui si intendono interrotti i tempi di esecuzione.

Le eventuali sospensioni illegittime sono regolate e normate dall'articolo 160 del D.P.R. n. 207/2010.

Qualora l'Appaltatore, per cause a lui non imputabili, ovvero da comprovate circostanze eccezionali e imprevedibili, prevedesse di non potere compiere i lavori entro il termine pattuito, potrà chiedere la

proroga, da presentare prima della scadenza dei termini di ultimazione lavori, la risposta in merito all'istanza di proroga è resa dal Responsabile del procedimento, sentito il Direttore dei lavori, entro 30 giorni dal suo ricevimento (art. 160 D.P.R. n. 207/2010).

La concessione della proroga annulla l'applicazione della penale, fino allo scadere della proroga stessa.

A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'Appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso Appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.

Qualora l'Amministrazione appaltante intenda eseguire ulteriori lavori, o lavori non previsti negli elaborati progettuali, sempre nel rispetto della normativa vigente, se per gli stessi sono necessari tempi di esecuzione più lunghi di quelli previsti nel contratto, la Stazione appaltante, a proprio insindacabile giudizio, procederà a stabilire una nuova ultimazione dei lavori fissandone i termini con apposito atto deliberativo.

In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

#### *ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE*

##### **Art. 16 – Cauzione provvisoria**

In base all'art. 75, comma 1 del D.Lgs. 163/2006, l'Impresa dovrà disporre di una fidejussione bancaria o assicurativa pari al 2% dell'importo dei lavori al momento della presentazione delle offerte, con l'impegno del fidejussore a rilasciare la garanzia fidejussoria definitiva, qualora l'offerente risultasse aggiudicatario.

La cauzione provvisoria realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante.

La validità della fidejussione bancaria o polizza assicurativa relativa alla cauzione provvisoria dovrà avere validità per almeno 180 giorni dalla data di presentazione dell'offerta.

La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Ai non aggiudicatari la cauzione verrà restituita entro 30 giorni dall'aggiudicazione.

##### **Art. 17 – Cauzione definitiva**

Ai sensi dell'articolo 113, del D.Lgs. 163/2006, è richiesta una garanzia fideiussoria, a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% dell'importo contrattuale; qualora l'aggiudicazione sia fatta in favore di un'offerta inferiore all'importo base d'asta in misura superiore al 10%, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%, ove il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%

La cauzione definitiva realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante.

La mancata costituzione della garanzia determinerà la revoca dell'affidamento e l'incameramento della cauzione provvisoria da parte dell'Amministrazione appaltante, che aggiudicherà l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

La garanzia copre gli oneri per il mancato o inesatto adempimento dei lavori e degli obblighi dell'Impresa e cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo provvisorio.

L'Amministrazione appaltante, per esercitare i diritti ad essa spettanti sulla cauzione, a norma del comma precedente, potrà procedere alla liquidazione d'ufficio delle sole sue pretese, imputandone il relativo ammontare alla cauzione.

L'Appaltatore dovrà reintegrare la cauzione, della quale la stazione appaltante abbia dovuto valersi in tutto o in parte.

In caso di varianti in corso d'opera che aumentino l'importo contrattuale, se ritenuto opportuno dalla Stazione appaltante, l'Impresa dovrà provvedere a costituire un'ulteriore garanzia fidejussoria, per un importo pari al 10% del valore aggiuntivo del contratto iniziale.

#### **Art. 18 – Riduzione delle garanzie**

L'importo della cauzione provvisoria di cui all'art. 75 del D.Lgs. 163/2006 è ridotto al 50 per cento per i concorrenti in possesso della certificazione di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000, ovvero di dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema, ai sensi dell'articolo 8, comma 11-*quater*, lettera a), della legge n. 109 del 1994, purché riferiti univocamente alla tipologia di lavori della categoria prevalente.

L'importo della cauzione definitiva è ridotto al 50 per cento per l'appaltatore in possesso delle medesime certificazioni o dichiarazioni di cui comma precedente.

In caso di associazione temporanea di concorrenti le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso delle certificazioni o delle dichiarazioni sopra indicate sia comprovato dalla impresa capogruppo mandataria ed eventualmente da un numero di imprese mandanti, qualora la somma dei requisiti tecnico-organizzativo complessivi sia almeno pari a quella necessaria per la qualificazione dell'impresa singola.

#### **Art. 19 – Copertura assicurativa a carico dell'impresa**

Ai sensi dell'articolo 129, comma 1, del D.Lgs. 163/2006, l'Appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati e che copra i danni subiti dalla stessa Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

Tale assicurazione contro i rischi dell'esecuzione deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto; il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi non deve essere inferiore a 500.000,00 €; tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della Direzione dei lavori e dei collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

La garanzia assicurativa prestata dall'Appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'Appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 23, comma 7, del decreto legislativo n. 406 del 1991 e dall'articolo 37, del D.Lgs. 163/2006, la garanzia assicurativa prestata dalla mandataria capogruppo copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

#### **Art. 20 – Polizza responsabilità professionale**

Ai sensi dell'art. 269 del D.P.R. 207/2010 il progettista indicato dall'Appaltatore per la redazione del progetto esecutivo è obbligato a stipulare una polizza assicurativa che copra la responsabilità professionale per i rischi derivanti da errori od omissioni nella redazione del progetto esecutivo che abbiano determinato a carico della stazione appaltante nuove spese di progettazione e/o maggiori costi.

### **Art. 21 – Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore**

Oltre agli oneri previsti nella descrizione delle opere da eseguire di cui al presente capitolato, nell'elenco prezzi, al Regolamento generale, al capitolato generale d'appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:

- la fornitura del cantiere attrezzato in relazione alla entità dell'opera con tutti i più moderni perfezionati impianti per assicurare la perfetta esecuzione di tutte le opere da costruire compreso la delimitazione del cantiere con segnalazione diurna e notturna conforme alle normative e leggi vigenti;
- l'apposizione e il mantenimento dei cartelli stradali di segnalamento, di delimitazione e dei dispositivi che assicurino la visibilità notturna nei cantieri su strada e relative pertinenze, in conformità al nuovo codice della strada (D.Lgs. 285/1992) e al relativo regolamento di esecuzione e di attuazione vigente;
- le tettoie e i parapetti a protezione di strade aperte al pubblico site nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere;
- l'apposizione di almeno due tabelle informative all'esterno del cantiere di dimensioni minime di 200 x 150 cm, e la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, con le indicazioni usuali come previste dalla Circ. Min. LL.PP. n.1729/UL del 1° giugno 1990; in caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito all'Amministrazione verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità;
- provvedere al tracciamento delle opere con i mezzi, attrezzature e strumentazione scientifica con il proprio personale tecnico e relativa mano d'opera necessari per predisporre i lavori in conformità agli elaborati progettuali o agli ordini impartiti dalla Direzione lavori;
- il nolo, ed il degradamento degli attrezzi, degli utensili e dei macchinari e di tutte le opere provvisorie in genere, nessuna esclusa, e di quanto occorra alla esecuzione piena e perfetta dei lavori e dei loro spostamenti;
- le verifiche, i sondaggi, gli apparecchi, gli utensili ed il personale occorrente per l'accertamento delle misure, sia in corso d'opera per la contabilità che in sede di collaudo dei lavori, solo escluso l'onorario per i collaudatori, compreso l'eventuale rifacimento in pristino stato di opere dal giorno della consegna fino al collaudo compiuto;
- i passaggi, le occupazioni temporanee, l'uso delle località di scarico definitivo ed il risarcimento dei danni per qualunque causa arrecati;
- l'immediato sgombero del suolo pubblico delle aree di cantiere e di deposito, in caso di richiesta della Direzione lavori;
- la custodia e sorveglianza, diurna e notturna, anche festiva compreso l'onere per la buona conservazione delle opere realizzate e dell'intero cantiere fino a collaudo ultimato;
- le imposte di registro e bollo e tutte le altre imposte e tasse anche se stabilite posteriormente alla stipulazione del contratto, sia ordinarie che straordinarie, presenti e future;
- ogni qualsiasi spesa conseguente ed accessoria, anche se non espressamente qui indicata;
- l'esecuzione di tutti i modelli e campioni dei lavori e materiali che potessero venire richiesti dalla Direzione lavori o dal collaudatore;
- le analisi delle caratteristiche dei materiali inerti, dei bitumi e delle miscele di conglomerati da sottoporre all'accettazione della Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori (*prove preliminari di qualificazione*);
- l'esecuzione presso gli Istituti incaricati ovvero di laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, di tutte le prove e gli assaggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione lavori o dal collaudatore sui materiali impiegati e da impiegarsi nelle lavorazioni in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi (*prove di qualità in corso d'opera – prove finali e di collaudo*);
- dare comunicazione alla Direzione lavori nei tempi e modalità stabiliti dallo stesso, nei riguardi di notizie sul numero di operai per giorno, con nominativo e qualifica, ore lavorative e livello retributivo, giorni in cui non si è lavorato e motivo e i lavori eseguiti; la mancata ottemperanza, o il ritardo di oltre 10 giorni, da parte dell'Appaltatore a quanto suddetto sarà considerata grave inadempienza contrattuale;

- l'eventuale conservazione, dei campioni muniti di sigilli e firme della Direzione lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità;
- i pagamenti degli operai, secondo le norme dei contratti di lavoro vigenti;
- la fornitura di fotografie delle opere in corso dei vari periodi dell'appalto, in particolare modo per lavorazioni di particolare complessità o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a semplice richiesta della Direzione lavori, corrispondente ad ogni stato di avanzamento nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta richiesti dalla Direzione lavori;
- l'adozione nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati;
- lo sgombero e la pulizia del cantiere entro 7 giorni dal verbale di ultimazione dei lavori, dei mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;
- la pulizia continua degli ambienti circostanti il cantiere qualora la sporcizia sia derivante dal cantiere;
- ogni onere e responsabilità, sia civile che penale inerente ai lavori appaltati sia verso la Stazione appaltante che verso terzi e ciò nonostante il diritto di sorveglianza e direzione da parte della Stazione appaltante;
- il rispetto di quanto previsto dal Regolamento per il controllo delle composizioni azionarie dei soggetti aggiudicatari alle OO.PP di cui al D.P.R. 11 febbraio 1991, n. 197.
- all'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la prova dell'avvenuta assicurazione contro gli infortuni sul lavoro per tutta la durata dei lavori appaltati, inoltre dovrà dare prova dell'avvenuta comunicazione dell'apertura del cantiere alla Cassa Edile, enti previdenziali e assicurativi quali: I.N.P.S., I.N.A.I.L. e Ispettorato del lavoro;
- provvedere a proprie cura e spese a tutti gli atti per ottenere permessi, autorizzazioni, pareri, ecc. di qualsiasi Ente pubblico necessari durante la realizzazione dell'opera ed in particolare con la Polizia Urbana per concordare l'eventuale limitazione o chiusura al traffico durante l'esecuzione dei lavori;
- tutte le attrezzature, cautele, oneri e lavorazioni necessarie per garantire ai residenti nella zona dei lavori il normale utilizzo dell'abitazione o della propria attività.
- l'approvvigionamento di energia elettrica (tramite appropriato contratto con società di produzione) con eventuale allaccio alla rete (con appropriato contratto con società di trasmissione) tipo ENEL oppure, in caso di mancato allaccio o di mancanza di tensione in detta rete, con adatti gruppi elettrogeni ad inserzione automatica. Dovrà essere disponibile tutta l'energia occorrente per l'alimentazione di tutte le macchine sia del cantiere che degli altri impianti sussidiari, comunque dislocati, restando l'Impresa responsabile della piena e continua efficienza della alimentazione. Si intende inclusa l'alimentazione elettrica necessaria per le prove e la messa in servizio di tutti gli impianti
- lo svolgimento, incluse le spese e gli oneri, nessuno escluso, di tutte le pratiche e le autorizzazioni occorrenti presso i vari Enti (ENEL, ENPI, ISPESL, USL, Prefettura, Ispettorato del lavoro, VV.FF., UTIF, Amm.ne Provinciale, Telecom etc.) sia per le installazioni di cantiere che relativamente alle opere da realizzare. (Sarà cura dell'Impresa ottenere il rilascio delle relative concessioni, permessi, convenzioni, da stipularsi in nome e per conto dell'Amministrazione Universitaria sulla base dei disegni esecutivi elaborati dall'Impresa stessa aggiudicataria);
- l'elaborazione e la consegna alla Direzione Lavori, ove sia necessario a firma di un professionista abilitato, di tutta la documentazione occorrente per la denuncia alla ISPESL, V.V.F., USL, UTIF ed agli altri Enti eventualmente interessati, degli impianti secondo quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare dalla Legge 46/90 e dal DPR 547 e successive modificazioni ed integrazioni.
- tutte le prove di tenuta idraulica delle fogne, delle tubazioni ed apparecchiature installate, in conformità alle disposizioni particolari che potranno essere impartite dalla D.L., compresa ogni fornitura e prestazione occorrente, compresa anche la fornitura dell'acqua necessaria e tutti gli oneri per il riempimento e svuotamento delle tubazioni, nonché ogni onere per lo smaltimento dell'acqua sopraddetta;
- la manutenzione di tutte le opere eseguite, in dipendenza dell'appalto, dalla loro ultimazione sino alla data di approvazione da parte dell'Amministrazione degli atti di collaudo definitivo. Tale manutenzione comprende tutti i lavori di riparazione dei danni che si verificassero nelle opere eseguite, e quanto occorre per dare all'atto del collaudo le opere stesse in perfetto stato, completamente pulite e pronte per l'esercizio, restando esclusi soltanto i danni prodotti da forza maggiore considerati dal presente Capitolato e sempre che l'Impresa ne faccia regolare denuncia;

- l'obbligo di mantenere efficienti, dopo la sottoscrizione del verbale di ultimazione lavori, le installazioni di cantiere per quegli eventuali lavori complementari che si rendessero necessari prima e dopo la messa in esercizio delle opere e questo fino a sei mesi oltre la data di collaudo. E' riservato all'Ente appaltante il diritto di indicare impianti e mezzi d'opera che dovranno rimanere in cantiere in condizioni di funzionamento. Le eventuali prestazioni di tali impianti e mezzi d'opera sono remunerati all'interno dei prezzi d'appalto. Nessun compenso sarà riconosciuto all'Impresa per l'impiego di attrezzature e mezzi d'opera necessari per il ripristino e la sistemazione di opere che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte. La rimozione degli impianti e dei cantieri dovrà essere eseguita in modo tale da lasciare i terreni completamente sgombri e regolarmente sistemati;

Tutto quanto sopra si intende compreso e compensato nei prezzi delle lavorazioni oggetto di appalto.

Oltre a provvedere alle assicurazioni e previdenze di obbligo nei modi e termini di legge, rimanendo la Stazione appaltante completamente estranea a tali pratiche ed ai relativi oneri rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore il soccorso ai feriti, ivi comprese le prime immediate cure di assistenza medica e farmaceutica.

A garanzia di tali obblighi sulla tutela dei lavoratori si effettuerà sull'importo complessivo netto dei lavori, ad ogni stato di avanzamento una particolare ritenuta dello 0,50%.

In caso di trascuratezza da parte dell'Appaltatore nell'adempimento dei suddetti obblighi, vi provvederà la Stazione appaltante, avvalendosi della ritenuta di cui sopra, senza pregiudizio, in alcun caso, delle eventuali peggiori responsabilità dell'Appaltatore verso gli aventi diritto.

Potranno essere fatte ulteriori ritenute sul credito dell'appaltatore fino a raggiungere l'importo della somma necessaria, qualora la ritenuta di cui sopra non fosse sufficiente. L'importo delle ritenute fatte per lo scopo sopra detto ed eventualmente non erogate, sarà restituito all'Appaltatore con l'ultima rata di acconto.

Ogni più ampia responsabilità in caso di infortunio, ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restandone sollevata la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla Direzione ed alla sorveglianza.

All'impresa aggiudicataria è fatto assoluto divieto di dare qualsiasi tipo di ordine o disposizione al personale di sorveglianza dell'Amministrazione appaltante.

L'Impresa appaltatrice dovrà usare tutte le cautele e assicurazioni possibili nell'eseguire opere di sbancamento, allargamenti o di altre lavorazioni che possano interferire o arrecare danno ai servizi sotterranei e/o aerei, quali: cavi della linea elettrica, cavi della telefonia, tubi per condotte di acqua, tubi per l'erogazione del gas e quanto altro.

Pertanto, l'Impresa dovrà preventivamente rivolgersi ai diversi Enti erogatori di servizi, affinché questi segnalino (ubicazione e profondità) all'interno dell'area di cantiere, il passaggio e la posizione esatta delle condotte, cavi e servizi presenti, affinché si possano eseguire i lavori con quelle cautele opportune per evitare qualsiasi tipo di danno ai servizi stessi.

Qualora nonostante la cautele usate si dovessero manifestare danni alle condotte, cavi o altri servizi, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei lavori.

In caso di eventuali danneggiamenti prodotti ai servizi, sopra indicati, questa Amministrazione rimarrà comunque sollevata da ogni risarcimento danni e da ogni responsabilità sia civile che penale che ne consegua.

Si stabilisce che l'Impresa appaltatrice è unica responsabile di qualsiasi danno causato dalla presenza del cantiere anche in relazione al verificarsi di incidenti stradali, per cui l'Amministrazione Comunale rimane sollevata da ogni responsabilità civile e penale.

Rimane ben fissato che anche nei confronti di proprietari di opere, di qualsiasi genere e tipo, danneggiate durante l'esecuzione dei lavori, l'unica responsabile resta l'Impresa, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione appaltante, da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

#### **Art. 22 – Direzione del cantiere da parte dell'impresa e domicilio**

Il Direttore Tecnico del cantiere ed il suo sostituto, che durante la sua assenza è autorizzato a tutti gli effetti a farne le veci, deve essere un tecnico con adeguata esperienza professionale nello specifico settore della conduzione di cantieri edili di analoghe caratteristiche, che deve essere all'uopo preventivamente

documentata con "curriculum vitae" e titoli di studio. Anche per tale persona la Stazione Appaltante, se necessario e a suo insindacabile giudizio, potrà esigere l'allontanamento e la sostituzione con un congruo termine di preavviso.

Il Direttore Tecnico del Cantiere assumerà ogni responsabilità civile e penale relativa a tale carica.

La comunicazione del nominativo del Direttore Tecnico del Cantiere dovrà essere inoltrata alla Stazione Appaltante prima della consegna dei lavori.

Il predetto Direttore Tecnico dovrà dimostrare di essere iscritto ad un Albo Professionale e, nel caso che non fosse stabilmente alle dipendenze dell'Impresa, dovrà rilasciare una valida dichiarazione scritta per accettazione dell'incarico.

Il Direttore di cantiere assicura l'organizzazione e la gestione tecnica e la conduzione del cantiere: egli è responsabile del rispetto del piano di sicurezza e del relativo coordinamento da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori; la nomina del Direttore di cantiere deve avvenire prima della consegna dei lavori.

La disciplina ed il buon ordine del cantiere dovranno essere assicurati nei termini e con le modalità di cui all'art. 6 del Capitolato Generale e delle norme che seguono:

- all'Appaltatore, per il tramite del Direttore di Cantiere, incombe l'obbligo di mantenere la disciplina nel cantiere allontanando coloro che, a suo giudizio, si mostrassero incapaci e poco corretti, insubordinati o disonesti;
- in caso di infrazione alle norme di sicurezza l'Appaltatore si impegna a prendere nei confronti dei propri ausiliari, dipendenti e dei propri subappaltatori, tutti i provvedimenti disciplinari ed amministrativi ritenuti necessari o richiesti dal D.L.;
- l'Appaltatore vieterà rigorosamente l'accesso al cantiere a chiunque non sia addetto ai lavori: fanno eccezione per le visite richieste dalla Stazione Appaltante e dal D.L.;
- l'Appaltatore non potrà depositare in cantiere materiali di qualsiasi tipo non attinenti alle opere di sua competenza;
- l'Appaltatore dovrà sempre permettere l'operatività in cantiere e durante i lavori di soggetti incaricati dalla Stazione Appaltante;
- l'Appaltatore dovrà provvedere inoltre a nominare il Capo Cantiere ed il suo sostituto, nonché a designare le persone qualificate ad assistere alla misurazione dei lavori ed a ricevere gli ordini del D.L. i cui nominativi verranno comunicati per iscritto al D.L. all'atto della consegna dei lavori;
- l'Impresa ha l'obbligo di far risiedere permanentemente sui cantieri un suo rappresentante con ampio mandato, in conformità di quanto disposto dal Capitolato Generale. La nomina di detto rappresentante dovrà essere comunicata alla Direzione dei Lavori, prima della consegna dei lavori;
- l'Impresa risponde dell'idoneità del personale addetto ai cantieri;
- l'Impresa è tenuta ad operare con personale sempre reperibile per poter intervenire in qualsiasi momento della notte, compresi i giorni festivi, per eseguire interventi necessari ed aventi carattere d'urgenza, per ripristinare la segnaletica di cantiere e per eliminare situazioni di interruzione di pubblico servizio o di pericolo;
- l'Appaltatore deve quindi indicare all'Ente appaltante un recapito dotato di un numero telefonico di rete fissa, purché ad una distanza non superiore ai 30 Km e numero telefonico di rete cellulare del quale sia verificata l'efficienza e la copertura nei luoghi d'uso purché sia possibile l'intervento entro un'ora dalla chiamata da parte della Stazione Appaltante. Il numero telefonico va comunicato all'Ente appaltante entro 15 gg dal ricevimento della comunicazione di aggiudicazione e comunque ogni volta che interviene una variazione del recapito e/o del relativo numero telefonico.

Per tutti gli effetti del contratto l'Appaltatore elegge il suo domicilio nel luogo ove ha sede l'Ufficio che ha la direzione e la sorveglianza dei lavori appaltati, secondo quanto disposto all'art. 2 del Capitolato Generale d'Appalto.

### **Art. 23 – Subappalto e cottimo**

È consentito l'affidamento in subappalto o in cottimo, previa autorizzazione scritta dell'Amministrazione appaltante, a tutte le lavorazioni a qualunque categoria appartengano tra quelle indicate all'art. 1 del presente Capitolato, tranne che per la categoria prevalente la cui quota parte subappaltabile non dovrà in ogni caso essere superiore al 30%.

L'affidamento in subappalto o in cottimo è concesso alle condizioni stabilite dall'art. 18 della L. 55/1990 come da ultimo modificato dall'art. 118, D.Lgs. 163/2006, ovvero le condizioni per ottenere l'autorizzazione al subappalto sono le seguenti:

- 1) che i concorrenti all'atto dell'offerta o l'affidatario, nel caso di varianti in corso d'opera, all'atto dell'affidamento, abbiano indicato i lavori o le parti di opere che intendono subappaltare o concedere in cottimo, l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
- 2) che l'Appaltatore provveda al deposito della copia autentica del contratto di subappalto presso l'Amministrazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni;
- 3) che al momento del deposito del contratto di subappalto presso l'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di cui al punto 4);
- 4) attestazioni nei riguardi dell'affidatario del subappalto o del cottimo per il possesso dei requisiti previsti dal D.P.R. 207/2010 in materia di qualificazione per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
- 5) che non sussista, nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo alcuno dei divieti previsti dall'art. 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni.

L'Appaltatore che ha dichiarato l'intenzione di subappaltare deve, in un momento successivo all'aggiudicazione definitiva, richiedere la formale autorizzazione alla Stazione appaltante a cui vanno allegati i seguenti documenti:

- 1) requisiti di qualificazione del subappaltatore secondo le vigenti normative in materia di qualificazione delle imprese per la partecipazione dei lavori pubblici;
- 2) dichiarazione circa l'insussistenza di forme di collegamento (art. 2359 c.c.) con la ditta affidataria del subappalto;
- 3) la regolarità antimafia per la ditta subappaltatrice nel rispetto di quanto previsto in materia dal D.P.R. 252/1998.

L'Amministrazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione del subappalto entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che vi sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.

L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà inoltre:

- trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, copia della documentazione, riferita alle imprese subappaltatrici, di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi ed infortunistici;
- trasmettere periodicamente alla Stazione appaltante copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi ecc. effettuati dalle imprese subappaltatrici dei lavori;
- praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20%.

L'impresa è tenuta inoltre all'osservanza di tutte le disposizioni e prescrizioni in materia di lotta alla delinquenza mafiosa di cui alle leggi 13 settembre 1982, n. 646, 23 dicembre 1982, n. 936, 19 marzo 1990, n. 55 nonché di norme e regolamenti vigenti. In caso contrario si procederà ai sensi dell'art. 21, comma 1 della legge 13 settembre 1982, n. 646 modificata ed integrata dalle leggi sopra menzionate.

L'Appaltatore è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori; è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

La Stazione appaltante resta completamente estranea al rapporto intercorrente fra l'Appaltatore e le ditte che effettuano le forniture o le opere in subappalto per cui l'Appaltatore medesimo resta l'unico responsabile nei confronti della Stazione appaltante della buona e puntuale esecuzione di tutti i lavori.

È posto l'assoluto divieto della cessione del contratto, sotto pena di nullità.

È pure vietata qualunque cessione di credito e qualunque procura che non siano riconosciute dalla Stazione appaltante.

L'esecuzione delle opere o dei lavori affidati in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.

Per le infrazioni di cui sopra, da considerarsi gravi inadempienze contrattuali, l'Amministrazione appaltante provvederà alla segnalazione all'autorità giudiziaria per l'applicazione delle pene previste, salvo la facoltà di chiedere la risoluzione del contratto.

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

È considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di mano d'opera, quali le forniture con posa in opera o i noli a caldo alle due seguenti condizioni concorrenti:

- che l'importo di dette attività di subappalto sia superiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 Ecu;
- che l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare in subappalto.

L'Appaltatore dovrà attenersi anche alle disposizioni contenute nell'art. 1 L. 23 ottobre 1960, n. 1369 in materia di divieto di intermediazione ed interposizione nelle prestazioni di lavoro e nuova disciplina dell'impiego di mano d'opera negli appalti. Pertanto è fatto divieto all'Appaltatore di affidare, in qualsiasi forma contrattuale o a cottimo, l'esecuzione di mere prestazioni di lavoro mediante impiego di mano d'opera assunta e retribuita dal cottimista, compreso il caso in cui quest'ultimo corrisponda un compenso all'Appaltatore per l'utilizzo di capitali, macchinari e attrezzature di questo.

#### **Art. 24 – Pagamento dei subappaltatori**

La Stazione appaltante, salvo diversamente disposto in fase di gara, non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'Appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate. Qualora gli affidatari non trasmettano le fatture quietanzate del subappaltatore o del cottimista entro il predetto termine, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore degli affidatari ai sensi dell'art. 118, comma 3 del D.Lgs. 163/2006.

#### **Art. 25 – Requisiti di sicurezza del cantiere**

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, l'Appaltatore redige e consegna alla Stazione appaltante:

- 1) eventuali proposte integrative del piano di sicurezza e di coordinamento e del piano generale di sicurezza redatti ai sensi delle disposizioni previste nel D.Lgs. 81/2008;
- 2) un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento e dell'eventuale piano generale di sicurezza di cui al punto 1).

L'Impresa appaltatrice è obbligata ad applicare nei confronti dei dipendenti occupati nei lavori di cui al presente capitolato speciale le condizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi nazionali di lavoro e dagli accordi integrativi locali nonché ad assolvere gli obblighi inerenti la Cassa Edile e gli Enti assicurativi e previdenziali.

L'Impresa appaltatrice è obbligata, altresì, a prevedere l'osservanza delle norme sugli ambienti di lavoro e delle disposizioni dei contratti collettivi nazionali di lavoro sulla stessa materia e a dare, inoltre, informazione ai lavoratori ed alle loro rappresentanze sindacali in merito ai rischi di infortunio e di malattie professionali che la realizzazione dell'opera presenta nelle diverse fasi.

In caso di inosservanza degli obblighi sopradetti l'Amministrazione appaltante, oltre ad informare gli organi competenti e fatte salve le responsabilità di carattere penale, procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione o alla sospensione di pagamenti a saldo se i lavori sono ultimati, la procedura verrà applicata nei confronti dell'appaltatore anche quando vengano accertate le stesse inosservanze degli obblighi sopra detti da parte delle ditte subappaltatrici.

Sulle somme detratte non saranno corrisposti interessi per qualsiasi titolo.

Tanto l'Impresa appaltatrice quanto l'Appaltatore incorrono nelle responsabilità previste a loro carico dal D.Lgs. n. 81/2008 in materia di misure di sicurezza antinfortunistica dei lavoratori in caso di violazione delle stesse.

Il piano operativo di sicurezza o le eventuali proposte integrative presentate alla Stazione appaltante, devono essere sottoscritti oltre che dallo stesso Appaltatore anche dal Direttore del cantiere e dal Progettista.

A pena di nullità del contratto di appalto, il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano generale di sicurezza, nonché il piano operativo di sicurezza del cantiere saranno allegati e formano parte integrante del contratto stesso.

Le gravi o ripetute violazioni dei piani suddetti da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiranno causa di risoluzione del contratto.

Il Direttore di cantiere e il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei piani di sicurezza.

L'Amministrazione appaltante dovrà attenersi alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili riportate nel D.Lgs. 81/2008. Pertanto i soggetti come il Committente, Responsabile dei lavori (Responsabile del procedimento), Coordinatore per la progettazione, Coordinatore per l'esecuzione, i lavoratori autonomi che esercitano la propria attività nel cantiere, l'Impresa appaltatrice (ovvero il Datore di lavoro) e i rappresentanti per la sicurezza si dovranno riferire agli obblighi e alle prescrizioni contenute dallo stesso D.Lgs. 81/2008.

L'Amministrazione appaltante tramite il Responsabile dei lavori dovrà trasmettere all'organo di vigilanza territoriale competente, prima dell'inizio dei lavori, la notifica conforme all'art.99 del D.Lgs. 81/2008, e una sua copia deve essere affissa in maniera visibile presso il cantiere e custodita a disposizione dell'organo di vigilanza territorialmente competente.

I piani di sicurezza devono essere trasmessi, a cura del committente, a tutte le imprese invitate a presentare offerte per l'esecuzione dei lavori.

L'Impresa che si aggiudica i lavori, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, può presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento, ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso. In nessun caso, le eventuali modifiche o integrazioni possono giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti in sede di gara.

#### ***Art. 26 – Direttore dei lavori***

Il Direttore dei lavori, ove provveda alla consegna dei lavori, è tenuto ad acquisire, prima che i lavori abbiano inizio, copia della documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assicurativi e antinfortunistici.

Il Direttore dei lavori dovrà annotare nel verbale di consegna dei lavori, qualora si provveda sotto riserva di legge, l'avvenuta predisposizione e consegna dei piani di sicurezza previsti dal presente capitolato speciale, verificando nel contempo la sottoscrizione degli stessi.

Il Direttore dei lavori dovrà, inoltre, comunicare tempestivamente alla Stazione appaltante l'eventuale esecuzione dei lavori da parte di imprese non autorizzate o l'inosservanza dei piani di sicurezza o la accertata violazione delle norme contrattuali o delle leggi sulla tutela dei lavoratori, ferme restando le responsabilità civili e penali previste dalle vigenti norme a carico dell'Impresa e del Direttore tecnico di cantiere.

#### ***CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A MISURA, A CORPO***

#### ***Art. 27 – Criteri contabili per la liquidazione dei lavori***

#### ***[Valutazione dei lavori a misura]***

La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'Appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

Per i lavori a misura l'importo degli stessi sarà desunto dai registri contabili che dovranno indicare qualità, quantità, prezzo unitario e prezzo globale.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti offerti in sede di gara dall'appaltante e a tale scopo riportati dallo stesso sulla "lista", che costituiscono i prezzi contrattuali o dai prezzi dell'elenco posto a base di gara al netto del ribasso di aggiudicazione.

Gli oneri per la sicurezza vengono sempre individuati dalla percentuale indicata all'art. 1 del presente capitolato riferita al totale delle lavorazioni effettuate a misura.

### **[Valutazione dei lavori a corpo]**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione, risultante dall'offerta di prezzi unitari effettuata sulla base della "lista" (questa senza efficacia negoziale) posta a base di gara, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella "B", allegata al presente capitolato speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

La lista delle voci e delle quantità relative ai lavori a corpo ha validità ai soli fini della determinazione del prezzo complessivo in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'Appaltatore era tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

Gli oneri per la sicurezza sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

### **[Valutazione dei lavori in economia]**

La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dalle norme vigenti.

Gli oneri per la sicurezza, per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati separatamente con gli stessi criteri.

## **LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI**

### **Art. 28 – Anticipazioni – Pagamenti in acconto – Pagamenti a saldo – Ritardi nei pagamenti – Conto finale**

Fatta salva la disponibilità di cassa e i vincoli di finanza pubblica, si applicano le disposizioni dell'art. 26 del D.L. 21-06-2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla l. 98/2013 - "Conversione in legge, con

modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia”

Il pagamento in acconto sarà effettuato ogniqualvolta l'Impresa appaltatrice abbia eseguito i lavori per un importo complessivo di € **200.000,00** (Euro duecentomila) al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, secondo le norme stabilite nel presente capitolato.

La relativa quota degli oneri per la sicurezza verrà corrisposta *con il progressivo stato di esecuzione delle lavorazioni*.

A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento (art.4, comma 3, D.P.R. 207/2010) da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.

La Direzione lavori e il Responsabile del procedimento hanno la facoltà di subordinare il rilascio del certificato di pagamento solo dopo l'esito positivo delle prove sulle lavorazioni eseguite o sui materiali posati.

A lavori compiuti, debitamente riscontrati con la redazione del certificato di ultimazione dei lavori, l'ultimo stato di avanzamento potrà essere di qualsiasi ammontare, previo benestare della Direzione lavori e del Responsabile del procedimento.

Entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori la Stazione appaltante provvederà alla compilazione del conto finale corredato da tutti i documenti contabili prescritti ed alla loro presentazione all'Appaltatore. Il conto finale dovrà essere accettato dall'Impresa entro 15 (quindici) giorni, dalla messa a disposizione da parte del Responsabile del procedimento, salvo la facoltà da parte della stessa di presentare osservazioni entro lo stesso periodo (art. 201 D.P.R. 207/2010).

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fidejussoria, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera ai sensi dell'art. 1666, comma 2 del codice civile, secondo quanto disposto dall'art. 141, comma 9 del D.Lgs. 163/2006.

I termini di pagamento degli acconti e del saldo sono quelli stabiliti dall'art. 143, commi 1 e 2, D.P.R. 207/2010 e l'Impresa appaltatrice potrà agire nei termini e modi definiti dall'art. 133, comma 1, D.Lgs. 163/2006 e succ. modifiche e integrazioni e ai sensi dell'art. 144 del D.P.R. 207/2010.

In sede di emissione dei certificati di pagamento, il Direttore dei lavori ha l'obbligo di procedere all'acquisizione delle certificazioni attestanti l'avvenuto versamento dei contributi previdenziali ed associativi rilasciate dagli enti previdenziali, nonché di quelle rilasciate dagli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, fermi restando i tempi previsti dal presente capitolato speciale d'appalto. Le certificazioni si dovranno richiedere sia per conto della ditta appaltatrice che per la/e ditta/e subappaltatrice/i.

Soltanto dopo l'avvenuto adempimento del suddetto obbligo, la Stazione appaltante provvederà alla emissione di certificati di pagamento degli stati di avanzamento dei lavori e alla liquidazione dello stato finale.

Le eventuali inadempienze saranno segnalate agli organismi istituzionali preposti alla tutela dei lavoratori.

In caso di inosservanza degli obblighi sopradetti l'Amministrazione appaltante, oltre ad informare gli organi competenti e fatte salve le responsabilità di carattere penale, procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione o alla sospensione di pagamenti a saldo se i lavori sono ultimati, la procedura verrà applicata nei confronti dell'Appaltatore anche quando vengano accertate le stesse inosservanze degli obblighi sopra detti da parte delle ditte subappaltatrici.

Sulle somme detratte non saranno corrisposti interessi per qualsiasi titolo.

#### **Art. 29 – Prezzi unitari – Revisione prezzi**

Nei prezzi unitari del concorrente aggiudicatario si intendono comprese e compensate tutte le spese sia generali che particolari, sia provvisorie che definitive nessuna esclusa od eccettuata che l'assuntore debba incontrare per la perfetta esecuzione del lavoro e per il suo completamento secondo il progetto approvato e le disposizioni della Direzione dei lavori compresi quindi ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto, ogni fornitura, lavorazione e magistero.

Ai sensi dell'art. 133, comma 2 del D.Lgs. 163/2006 non è ammesso procedere alla revisione dei prezzi, e non si applica il primo comma dell'art. 1664 del codice civile, pertanto i prezzi unitari del concorrente aggiudicatario debbono ritenersi fissi ed invariabili salvo le deroghe previste dall'art. 133 del D.Lgs. 163/2006 e successive integrazioni o modificazioni.

#### **Art. 30 – Variazione delle opere progettate**

Gli elaborati di progetto devono ritenersi documenti atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle opere oggetto dell'appalto.

La Stazione appaltante, tramite il Direttore dei lavori, potrà introdurre delle varianti in corso d'opera al progetto, esclusivamente nei casi previsti dall'art. 132, comma 1 D.Lgs. 163/2006 ai punti a), b), c) e d); senza che perciò l'Impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno, nei limiti della normativa vigente.

L'Appaltatore non può per nessun motivo introdurre di sua iniziativa variazioni o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali se non è stato autorizzato per iscritto dalla Direzione dei lavori. Pertanto le varianti adottate arbitrariamente dall'impresa esecutrice dei lavori non saranno ricompensate da parte della Stazione appaltante.

Il Direttore dei lavori potrà disporre interventi i quali non rappresentino varianti e non saranno quindi sottoponibili alla relativa disciplina, volti a risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto, che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Saranno inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempreché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

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

#### **Art. 31 – Lavori non previsti – Nuovi prezzi**

In tutti i casi in cui nel corso dei lavori vi fosse necessità di eseguire varianti che contemplino opere non previste nell'elenco prezzi si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi, con apposito verbale di concordamento, secondo le regole stabilite dall'articolo 163 del regolamento generale sui LL.PP n. 207/2010, prima dell'esecuzione di tali opere. Tali nuovi prezzi non potranno essere applicati in contabilità prima della loro superiore approvazione.

Il prezzo della mano d'opera per le eventuali opere in economia verrà stabilito secondo le tariffe vigenti al momento dell'esecuzione dell'opera, aumentato della percentuale complessiva del 25% per spese generali ed utile d'impresa e dedotto del ribasso d'asta praticato.

Le somministrazioni ed i noli verranno compensate con i prezzi stabiliti dai listini quindicinali della Camera di Commercio di Lecce o in mancanza di questi secondo i prezzi di mercato maggiorati del 25% per spese generali ed utile d'impresa e dedotto del ribasso d'asta praticato.

#### **CONTROLLI**

#### **Art. 32 – Controlli – Prove e verifiche dei lavori**

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone lo stato.

La Direzione dei lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento. Sempre nel caso in cui l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio le misurazioni delle opere compiute, per la Direzione lavori sono sufficienti due testimoni per l'accertamento delle lavorazioni compiute da inserire nelle contabilità dell'appalto.

Il Direttore dei lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla preconstituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza.

La formulazione delle riserve dovrà effettuarsi mediante lettera raccomandata.

Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico.

Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei lavori farà le sue controdeduzioni.

Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali.

#### *SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO*

##### **Art. 33 – Collaudi e indagini ispettive**

La collaudazione delle opere verrà eseguita mediante certificato di regolare esecuzione il quale dovrà essere emesso entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori e sarà diretto ad accertare la rispondenza dell'opera alle prescrizioni progettuali e di contratto, a verificare la regolarità delle prestazioni, dei corrispettivi, nonché ad attestare il raggiungimento del risultato tecnico-funzionale perseguito dall'Amministrazione.

Se le opere presentassero manchevolezze tali da non poter essere accettate, la Direzione lavori ordinerà all'Appaltatore di metterle nelle condizioni prescritte, indicando le prestazioni integrative da eseguirsi, i termini per eseguirle, le riduzioni di prezzo e di addebiti a carico del contraente.

Il certificato ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo finale da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

Nel caso in cui siano disposte indagini ispettive, l'Appaltatore o un suo rappresentante ed il delegato di cantiere dovranno presenziare alle indagini mettendo a disposizione il cantiere, nonché le attrezzature, gli strumenti e il personale necessario per l'esecuzione di verifiche, saggi e prove; rientra fra gli oneri dell'Appaltatore il ripristino delle opere assoggettate a prove o a saggi, compreso quanto necessario al collaudo statico.

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

#### *MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE*

##### **Art. 34 – Danni di forza maggiore**

L'Appaltatore deve approntare tutte le provvidenze, le misure e opere provvisorie atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose (art. 165 D.P.R. 207/2010).

Gli eventuali danni alle opere per causa di forza maggiore dovranno essere denunciati immediatamente e in ogni caso, sotto pena di decadenza, entro 3 (tre) giorni dalla data dell'evento, in modo che si possa procedere alle constatazioni opportune.

I danni saranno accertati in contraddittorio dal Direttore dei lavori che redigerà apposito verbale, secondo i termini dell'art. 166, comma 2, del D.P.R. 207/2010; l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare i lavori, rimanendo inalterata la sola zona del danno e fino all'accertamento di cui sopra.

Il compenso per la riparazione dei danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari, contabilizzati ai prezzi, e condizioni di contratto, con esclusione di danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, ponteggi e attrezzature dell'Appaltatore.

Nessun compenso sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore.

Non saranno considerati danni di forza maggiore gli scoscendimenti di terreno, le sellature, l'interramento delle cunette e l'allagamento dei cavi di fondazione.

La cattiva esecuzione dei lavori e conseguenti rifacimenti potrà comportare l'esclusione della Ditta appaltatrice dai futuri appalti che l'Amministrazione indirà.

##### **Art. 35 – Definizione delle controversie**

In osservanza della disposizione di cui all'art 240, comma 1 D.Lgs. 163/2006, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare in misura sostanziale e, in ogni caso, non inferiore al 10% dell'importo contrattuale, il Responsabile del procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del Direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo e, sentito l'affidatario, formula all'Amministrazione, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve di cui sopra, proposta motivata di accordo bonario. L'Amministrazione, entro 60 giorni dalla proposta suddetta, delibera in merito con provvedimento motivato. Il verbale di accordo bonario è sottoscritto dall'affidatario.

Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento bonario previsto dal comma 1 dell'art. 240 D.Lgs. 163/2006 e successive modifiche, possono essere deferite ad arbitri come riportato nei termini degli artt. 241 e 243 del D.Lgs. 163/2006.

Nelle more della risoluzione delle controversie l'Appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.

##### **Art. 36 – Scioglimento del contratto – Esecuzione d'ufficio dei lavori – Fusioni e conferimenti**

L'Amministrazione appaltante intende avvalersi della facoltà di sciogliere unilateralmente il contratto in qualunque tempo e per qualunque motivo ai sensi delle disposizioni presenti nell'art. 1671 c.c, artt. 135, 136 e art. 132, comma 4, D.Lgs. 163/2006.

Inoltre la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei seguenti casi:

- a) frode nell'esecuzione dei lavori;
- b) inadempimento alle disposizioni del Direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
- c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
- d) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
- e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'Appaltatore senza giustificato motivo;

- f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
- g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
- h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
- l) nel caso di mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al decreto legislativo n. 81/2008, o ai piani di sicurezza di cui agli articoli del presente capitolato, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal coordinatore per la sicurezza.

Il contratto è altresì risolto in caso di perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione.

Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'Appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il Direttore dei lavori e l'Appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.

Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'Appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:

- a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
- b) ponendo a carico dell'Appaltatore inadempiente:
  - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'Appaltatore inadempiente;
  - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
  - 3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

La cessione di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione relativi all'Impresa esecutrice dei lavori (art. 116 D.Lgs. 163/2006), non produrranno singolarmente effetto nei confronti dell'Amministrazione aggiudicatrice fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni previste dall'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 1991, n. 187 e non abbia documentato il possesso dei requisiti di cui all'art. 40 del D.Lgs. 163/2006 e succ. mod.

Nei sessanta giorni successivi l'Amministrazione potrà opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto, con effetti risolutivi sulla situazione in essere, laddove, in relazione alle comunicazioni di cui sopra, non risultino sussistere i requisiti di cui all'art. 10-sexies della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni.

Ferme restando le ulteriori previsioni legislative vigenti in tema di prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale, decorsi i sessanta giorni senza che sia intervenuta opposizione, gli atti di cui all'art. 116, D.Lgs. 163/2006 produrranno, nei confronti delle amministrazioni aggiudicatrici, tutti gli effetti loro attribuiti dalla legge.

Le disposizioni del presente articolo si applicheranno anche nei casi di trasferimento o di affitto di aziende, secondo quanto previsto dall'art. 116 D.Lgs. 163/2006 e succ. mod. e int.

### **Art. 37 – Redazione progetto esecutivo**

L'impresa aggiudicataria ha l'onere, nella predisposizione del progetto esecutivo, di prevedere tutte le opere previste nel progetto definitivo. Nella elaborazione del progetto l'impresa, fermi restando i dettami di legge sui lavori pubblici, nonché le specifiche norme di riferimento vigenti al momento dell'appalto per ogni singola tipologia di lavorazione, deve attenersi alle scelte progettuali riportate nel progetto definitivo posto a base di gara, comprese tutte le indicazioni riportate nelle relazioni specialistiche nonché negli atti contabili.

Il rispetto delle previsioni del progetto definitivo da parte dell'Impresa deve intendersi sia sotto l'aspetto quantitativo che qualitativo. Questa dovrà effettuare tutte le calcolazioni e le verifiche conseguenti alle normative vigenti (tra cui legge 1086/71, legge 10/91, legge 46/90, norme CEI, UNI, etc.) e di tali risultanze progettuali, una volta approvate dall'Amministrazione, dovrà depositarne copia ai competenti uffici del Comune e dell'Ufficio Provinciale del Genio Civile e degli altri Enti aventi titolo. Dovrà altresì eseguire tutte le calcolazioni e verifiche delle strutture resistenti e degli impianti, compresa quella circa la protezione degli edifici verso le scariche atmosferiche adottando, di conseguenza, tutti i criteri di sicurezza previsti dalle vigenti norme in riferimento all'utilizzo e alle finalità della struttura.

Tutti gli oneri della progettazione, sino all'approvazione del progetto esecutivo, saranno compensati con la somma riportata nei documenti di gara. L'impresa per il solo fatto di partecipare alla stessa accetta incondizionatamente tutte le clausole previste nei documenti di gara, relazioni comprese, pertanto nessuna altra richiesta potrà essere avanzata in merito agli oneri progettuali.

L'accettazione, da parte della stazione appaltante, del progetto esecutivo, redatto dall'impresa, non svincola quest'ultima dalle responsabilità conseguenti a errori e/o dimenticanze. Pertanto in conseguenza di ciò nessun maggior onere può essere posto in capo alla stazione appaltante durante la fase di esecuzione dei lavori. L'impresa che eseguirà i lavori, oltre a quanto detto, deve predisporre un proprio piano della sicurezza che tenga conto delle linee guida date dall'Amministrazione.

L'impresa, nella predisposizione del progetto esecutivo, deve calendarizzare i propri lavori al fine di consentire la normale attività dell'attuale struttura.

Quanto detto si ritiene comunque già compensato con le somme esposte e pertanto nessun ulteriore compenso potrà essere richiesto dall'impresa per l'attuazione di quanto sopra.

### **Art. 38 – Documentazione da fornire a fine lavori**

A lavoro ultimato o, se richiesto dalla D.L., in corso d'opera, l'impresa dovrà fornire le schede tecniche di tutti i materiali e componenti messi in opera nonché, ove necessario, le certificazioni circa la qualità e provenienza degli stessi. **L'impresa dovrà inoltre predisporre tutti gli elaborati grafici necessari ad individuare con chiarezza le opere realizzate e in particolare il tracciato degli impianti a rete.**

Relativamente agli impianti realizzati la documentazione dovrà essere suddivisa in tre sezioni:

- a ) documentazione tecnica e certificati
- b ) istruzioni per il funzionamento
- c ) istruzioni per la manutenzione

Della sezione a) fanno parte i seguenti documenti:

- documentazione tecnica delle apparecchiature installate con l'indicazione del costruttore, dell'agente di zona e del servizio di assistenza
- certificati e verbali di ispezione ufficiali
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in fase di realizzazione e di collaudo dell'impianto
- certificati di omologazione delle apparecchiature

Della sezione b) fanno parte i seguenti documenti:

- descrizione dell'impianto e logica di funzionamento
- dati di funzionamento in forma di tabelle con valori dei parametri di progetto, temperature fluidi vettori, valori di delta T etc....

- descrizione delle procedure di avvio e arresto dell'impianto, procedure di modifica del regime di funzionamento, gestione dei timer o del software operativo del sistema
- descrizione delle sequenze operative con identificazione dei componenti interessati
- schemi funzionali e particolari costruttivi significativi
- schede delle tarature dei sistemi di sicurezza e di regolazione
- diagrammi di scelta prestazionali di tutte le apparecchiature con la identificazione dei principali parametri di esercizio
- verbali delle prove in cantiere di tenuta a freddo e a caldo di tutte le reti idrauliche ed aerauliche
- verbali delle prove in cantiere di funzionamento di tutti i dispositivi di regolazione e sicurezza presenti nelle apparecchiature installate
- verbali delle prove di emissione sonora delle apparecchiature installate

Della sezione c) faranno parte i seguenti documenti

- istruzioni per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica
- elenco delle parti di ricambio codificate
- fogli di catalogo relativi ai principali componenti di impianto
- libretti di centrale
- libretto degli impianti

A conclusione dei lavori le imprese che hanno eseguito i lavori impiantistici devono:

- rilasciare tutte le previste dichiarazioni di conformità secondo la legge 46/90
- consegnare in modo ordinato tutti i libretti d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate
- aggiornare tutti i disegni costruttivi con l'indicazione puntuale dei passaggi, della composizione delle linee, le dimensioni geometriche nominali di tubazioni, canale e canalizzazioni dell'aria.
- consegnare in supporto informatico ed in copia cartacea il progetto esecutivo di cantiere aggiornato così come realizzato in opera per ciascun impianto eseguito.

#### **Art. 39 – Osservanza delle leggi**

Per quanto non previsto e comunque non espressamente specificato dal presente capitolato speciale e dal contratto si farà altresì applicazione delle seguenti leggi, regolamenti e norme che si intendono qui integralmente richiamate, conosciute ed accettate dall'Appaltatore, salvo diversa disposizione del presente capitolato:

- tutte le vigenti disposizioni di leggi, decreti e circolari ministeriali in materia di appalto di OO.PP.;
- il Codice degli Appalti D.Lgs 163/2006 e successive modifiche e integrazioni;
- tutte le disposizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi di lavoro;
- le leggi in materia di prevenzione e di lotta contro la delinquenza mafiosa;
- la Legge sulle opere pubbliche del 20 marzo 1865, n. 2248 allegato F (per quanto applicabile);
- il Regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207;
- il Capitolato Generale di Appalto approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000, n. 145;
- il Codice Civile – libro IV, titolo III, capo VII "dell'appalto", artt. 1655-1677;
- le Leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari vigenti nella Regione e nella Provincia nella quale devono essere eseguite le opere oggetto dell'appalto;
- le norme tecniche del C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I. e tutte le norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso della esecuzione dei lavori.

## **PARTE II – PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **CAPO I**

#### **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

##### **Art. 40 - Generalità**

I prezzi riportati nell'elenco prezzi facente parte del progetto si riferiscono a lavori eseguiti applicando la miglior tecnica, idonea mano d'opera e materiali di ottima qualità in modo che i manufatti, le somministrazioni e prestazioni risultino complete e finite a regola d'arte in relazione alle tavole progettuali ed alle migliori spiegazioni che la Direzione Lavori vorrà esplicitare.

L'elenco dei prezzi unitari in base ai quali, dedotto il ribasso contrattuale, saranno pagati i lavori appaltati, riguarda le opere compiute in esso elencate.

I prezzi unitari assegnati dall'elenco dei prezzi a ciascun lavoro e/o somministrazione, comprendono e, quindi, compensano ogni opera, materia e spesa principale e accessoria, provvisoria o effettiva che direttamente o indirettamente concorra al compimento del lavoro a cui il prezzo si riferisce sotto le condizioni di contratto e con i limiti di fornitura descritti.

Tutti i materiali saranno della migliore qualità nelle rispettive categorie, senza difetti e in ogni caso con qualità e pregi uguali o superiori a quanto descritto. La provenienza dei singoli materiali sarà liberamente scelta dall'Appaltatore, purché non vengano manifestati espliciti rifiuti dalla Direzione Lavori.

I materiali forniti saranno rispondenti a tutte le prescrizioni del progetto nonché a tutte le leggi vigenti in materia ovvero alle norme UNI in vigore al momento della fornitura.

Per la esecuzione di categorie di lavoro non previste si potrà provvedere alla determinazione di nuovi prezzi ovvero si procederà in economia, con operai, mezzi d'opera e provviste fornite dall'Appaltatore e contabilizzate a parte. In tal caso le eventuali macchine ed attrezzi dati a noleggio saranno in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari al loro perfetto funzionamento.

L'Appaltatore sarà responsabile della disciplina del cantiere per quanto di sua competenza e si obbliga a far osservare dal suo personale tecnico e/o dai suoi operai le prescrizioni e gli ordini ricevuti. L'appaltatore sarà in ogni caso responsabile dei danni causati da imperizia e/o negligenza di suoi tecnici e/o operai.

I lavori saranno contabilizzati a misura seguendo gli usuali criteri di misura per ogni categoria di lavoro e applicando i prezzi unitari, al netto del ribasso d'asta: in detti prezzi si intendono compresi la necessaria assistenza tecnica nonché tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali precisati negli elaborati di progetto.

Saranno invece valutati in economia tutti i lavori che, per natura, dimensione, difficoltà esecutiva od urgenza, non saranno suscettibili di misurazione. Questi lavori saranno preventivamente riconosciuti come tali (da eseguirsi cioè in economia) e concordati a priori.

Tutte le opere saranno eseguite dall'Appaltatore secondo le migliori Regole d'Arte e di prassi di cantiere nonché in perfetta conformità alle istruzioni impartite dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore si impegna a garantire assistenza tecnica e disponibilità alla esecuzione di lavori di qualsiasi tipo o natura anche in periodo di ferie o festivi.

##### **Art. 41 - Criteri di valutazione**

Qualora non sia diversamente indicato nelle singole voci, la quantità delle opere sarà valutata con metodi geometrici oppure a peso secondo le seguenti specifiche generali.

Ponteggi e puntellamenti - I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a m 4,50 dal piano di posa si intendono sempre compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richiede l'installazione. Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intendono compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

Scavi e rinterri - Oltre agli obblighi particolari emergenti dalle voci di elenco si devono ritenere compensati tutti gli oneri

- per taglio di piante, estirpazioni di ceppaie, radici ecc.;
- per taglio e scavo con qualsiasi mezzo delle materie, sia asciutte che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o interrato, od a rifiuto, a qualsiasi distanza, per sistemazione delle materie a rifiuto, per deposito provvisorio e successiva ripresa e reimpiego a sistemazione definitiva, per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
- per regolarizzazione delle scarpate o pareti, per spianamenti del fondo, per formazione di gradoni, per successivo rinterro, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere e sopra le fognature ed i drenaggi, secondo le sagome definite di progetto;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Gli scavi saranno:

- a) di sbancamento, qualora l'allontanamento delle materie scavate possa effettuarsi senza l'ausilio di mezzi di sollevamento;
- b) a sezione obbligata, qualora invece lo scavo venga effettuato in profondità a partire dalla superficie del terreno naturale o dal fondo di un precedente scavo di sbancamento e comporti un sollevamento verticale per la eliminazione dei materiali scavati;
- c) a sezione ristretta, qualora si abbia uno scavo di sbancamento con una larghezza uguale o inferiore all'altezza di scavo.

Gli scavi di sbancamento si misureranno con il metodo delle sezioni ragguagliate, tenendo conto del volume effettivo in loco escludendo cioè l'aumento delle materie scavate.

Negli scavi a sezione obbligata e ristretta il volume si ricaverà moltiplicando l'area di fondo scavo per la profondità del medesimo, valutato nel punto più depresso non franato del perimetro; la parte che eccede il volume così calcolato sarà considerato scavo di sbancamento; in nessun caso si valuterà il maggior volume derivato da smottamento di pareti di scavo.

Nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi, i relativi volumi verranno misurati geometricamente, scomponendo i volumi stessi in figure elementari semplici ovvero applicando il metodo delle sezioni ragguagliate.

Per gli scavi che necessitano di sbadacchiature, paratie e simili, le dimensioni per il calcolo dei volumi comprendono anche lo spessore del legname d'armatura.

Gli scavi subacquei verranno pagati al mc secondo le precedenti modalità con appositi sovrapprezzi relativamente alle zone sommerse a partire dal piano orizzontale posto a quota m 0,20 sotto il livello normale dell'acqua, procedendo verso il basso.

Nel caso in cui l'Appaltatore provvederà a far eseguire i prosciugamenti, sarà pagato a parte il nolo della motopompa.

Paratie di calcestruzzo armato - Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta delle stesse paratie e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa dei ferri d'armatura, la realizzazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapicozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti dei mezzi d'opera e delle attrezzature.

#### **Art. 42 - Opere edili in genere**

Calcestruzzi, ferro, ferro per C.A. - I conglomerati per strutture in C.A. si valuteranno a volume effettivo, senza cioè detrazione per il volume occupato dalle armature. La valutazione delle armature verrà effettuata a peso, sia con pesatura diretta degli elementi lavorati a disegno sia applicando alle lunghezze degli elementi stessi i pesi unitari relativi. Le casseforme si valuteranno al vivo delle strutture da gettare.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, (qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita), il getto con l'eventuale uso di pompa e la vibratura. Saranno anche compensate le armature di sostegno.

Massetti, vespai - Le opere verranno valutate a volume effettivo ad eccezione del vespaio areato in laterizio da pagarsi a superficie effettiva.

I massetti ed i sottofondi verranno valutati a superficie per uno spessore predeterminato ovvero per mq e per cm di spessore.

Pavimenti - I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni operazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, incluso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le spese di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

Murature in genere - Le opere in muratura verranno in generale misurate al vivo (escludendo lo spessore degli intonaci) con l'applicazione di metodi geometrici a volume o a superficie come indicato nelle singole voci. Nelle murature di spessore superiori a cm 15 da misurarsi a volume, si detraranno i vuoti per incassi larghi cm 40 per qualsiasi profondità e lunghezza, nonché per incassi a tutto spessore la cui sezione verticale retta abbia superficie superiore a mq 1. Le murature di spessore fino a cm 15 si misureranno a superficie effettiva con la sola detrazione di vuoti aventi superficie superiore a mq 1. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia a vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono poi essere caricati a rettapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque e in generale delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio artificiale.

Nei prezzi sono compresi gli oneri per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, incassature per imposte di archi, piattabande e formazione di feritoie per scolo di acqua o ventilazione.

Saranno valutate con i prezzi delle murature rettilinee senza alcun compenso in più, anche quelle eseguite ad andamento planimetrico curvilineo.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di aggetto superiore a cm 5 sul filo esterno del muro saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature. Per le ossature di aggetto inferiore o uguale a cm 5 non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso. Le murature di mattoni ad una testa o in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture superiori a mq 1, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, piattabande, spalle, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la D.L. ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Murature ed opere in pietra naturale da taglio - La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri manufatti da pagarsi a superficie saranno valutati in base alla somma del minimo rettangolo circoscrivibile. Per le categorie da misurarsi a sviluppo lineare, questo andrà misurato in opera secondo misure a vista. Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto con le dimensioni assegnate dai tipi descritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intendono sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Rivestimenti - I rivestimenti saranno misurati (esclusi quelli in pietra naturale) secondo la superficie effettivamente vista qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo a mq sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la stuccatura finale dei giunti e la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire.

Fornitura di marmi, pietre naturali o artificiali - I prezzi per la fornitura di marmi e pietre naturali o artificiali si applicheranno alle superfici effettive dei materiali una volta posti in opera.

Nello specifico i prezzi indicati in elenco comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico nell'ambito del cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento al piano di lavoro dei materiali a qualsiasi altezza, con eventuale protezione, copertura e fasciatura, per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento o altro materiale, per la fornitura di grappe, regoli, staffe, perni, chiavette, lastre di piombo, viti, tasselli, supporti e/o telai metallici occorrenti per il fissaggio, per ogni lavorazione occorrente alle strutture murarie e per la successiva chiusura, stuccatura e sigillatura del supporto murario e dei giunti, per la completa ed accurata pulitura, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie dei manufatti già posti in opera. Saranno compresi e compensati nel prezzo anche gli oneri dell'imbottitura dei vani dietro ai pezzi stessi o comunque tra le pietre e le opere murarie da rivestire in modo da eseguire collegamenti ed incastri a perfetta Regola d'Arte.

Intonaci - I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi cm 5. Varranno sia per superfici piane che curve.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore maggiore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di cm 15 saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate. Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore a mq 4, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Le superfici di intradosso delle volte, di qualsiasi monta e forma, verrà determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente 1,20.

Serramenti in legno - Gli infissi come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili si valuteranno a superficie che verrà misurata su una sola faccia secondo le dimensioni esterne del telaio fisso, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Analogamente si misureranno a superficie con lo stesso criterio, le pareti mobili. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso compreso il telaio maestro se esistente. Compresse e compensate nel prezzo saranno mostre e contromoste. Misure a spessori indicati nelle voci a tariffa debbono risultare a lavoro compiuto. Tutti i serramenti dovranno essere completi della ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, pomoli, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento, nonché di una mano di olio di lino cotto, quando non siano altrimenti lucidati o verniciati. Dovranno corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

I prezzi in elenco comprendono la fornitura a piè d'opera del manufatto e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera. Superfici unitarie non inferiori a mq 1,50.

Serramenti in alluminio - Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue saranno valutati a singolo elemento (cadauno) o a metro quadro di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Superfici unitarie non inferiori a mq 1,50.

Opere in ferro - Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso, questo si intenderà riferito al manufatto dato completo in opera con la esclusione degli sfridi.

I serramenti metallici verranno valutati a superficie e misurati su una sola faccia secondo le dimensioni del perimetro esterno.

Superfici unitarie non inferiori a mq 1,75.

Opere in vetro - Saranno valutate riferendosi alle superfici effettive di ciascun elemento all'atto della posa in opera. Per gli elementi non rettangolari si assume come superficie quella del minimo rettangolo circoscrivibile.

Il prezzo è comprensivo del mastice, dei siliconi, delle punte per il fissaggio, delle lastre e delle eventuali guarnizioni in gomma, prescritte per i telai in ferro.

Superfici unitarie non inferiori a mq 0,5.

Opere da pittore - Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- a) per le porte, bussole e simili, (x 2) si computerà due volte la luce netta dell'infisso oltre alla mostra e allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie di vetro. E compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi e del cassettoncino tipo romano per tramezzi o dell'imbotte tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra o dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- b) per le finestre senza persiane, (x 3) ma con controsportelli, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così compensata anche la coloritura dei controsportelli e del telaio (o cassettoncino);
- c) per le finestre senza persiane e senza controsportelli, (x 1) si computerà una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura della soglia e del telaio (o cassettoncino);
- d) per le persiane comuni, (x 3) si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio;
- e) per le persiane avvolgibili, (x 2,50) si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio ed apparecchio a sporgere, salvo il pagamento a parte della coloritura del cassettoncino coprirullo;
- f) per le opere in ferro semplici, (x 0,75) e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine per negozi, saranno valutati per tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- g) per le opere in ferro di tipo normale a disegno, (x 1) quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;
- h) per le opere in ferro ornate, (x 1,5) cioè come alla lettera precedente, ma con ornati ricchissimi, nonché per le pareti metalliche e le lamiere stirate, sarà computata una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- i) per le serrande da bottega, (x 3) in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista;
- l) i radiatori dei termosifoni saranno pagati ad elemento, indipendentemente dal numero delle colonne di ogni elemento e dalla loro altezza.

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccialetti e simili accessori.

#### **Art. 43 - Interventi su solai, cordoli, architravi**

Solai - I solai interamente in cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera in cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadro di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti. Nei prezzi dei solai è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrenti per dare il solaio completamente finito, come prescritto dalle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei

solai di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi, sono escluse la fornitura, la lavorazione e la messa in opera del ferro d'armatura; è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi forma ed entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati. Il prezzo a metro quadro dei suddetti solai si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio venga sostituito da calcestruzzo. Saranno pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Solai inclinati - Le coperture in genere saranno computate a metro quadrato, misurando geometricamente in proiezione orizzontale la superficie delle falde del tetto senza alcuna deduzione dei vani per fumaio, lucernari ed altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di mq 2, nel qual caso di debbono dedurre per intero. Non si terrà conto delle sovrapposizioni e ridossi dei giunti.

Manto di copertura - Le riparazioni saranno computate a metro quadrato, misurando geometricamente le superfici delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaio, lucernari ed altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di mq 2, nel qual caso di debbono dedurre per intero.

Lattonomie - Le opere da lattoniere quali, canali di gronda, scossaline, converse, pluviali, saranno misurate a peso. Nel prezzo sarà compresa la fornitura di cicogne, tiranti, grappe, cravatte, collari.

I tubi in ghisa si valuteranno a peso; i tubi in PVC, cemento amianto, cemento, grès ceramico, saranno valutate a ml.

Coibentazioni - Verranno valutate a superficie e/o volume a seconda delle indicazioni delle singole voci, con detrazione dei vuoti e delle zone non protette con superficie superiore a mq 0,5.

Impermeabilizzazioni - Le impermeabilizzazioni saranno valutate a superficie effettiva con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate con superficie singola superiore a mq 0,5.

Canne fumarie - Le opere saranno valutate al metro lineare e per sezione come indicato nelle singole voci.

Controsoffitti - I controsoffitti si misureranno secondo le effettive superfici di applicazione, senza tenere conto dei raccordi curvi coi muri perimetrali. Nei prezzi saranno compresi e compensati tutte le armature, forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti come da capitolato.

#### **Art. 44 - Rimozioni, demolizioni**

Nei prezzi relativi a lavori che comportino demolizioni, anche parziali, deve intendersi sempre compensato ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile compreso il conferimento a discarica autorizzata.

Demolizione di murature - Saranno in genere pagate a metro cubo di muratura effettivamente demolita, comprensiva degli intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza. Sarà fatta deduzione di tutti i fori pari o superiori a mq 2.

Le demolizioni in breccia saranno considerate tali quando il vano utile da ricavare non superi la superficie di mq 2, ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non superi i cm 50.

Demolizione di tramezzi - Saranno valutati secondo la superficie effettiva dei tramezzi o delle parti di essi demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti. Sarà fatta deduzione di tutti i vani con superficie pari o superiore a mq 2.

Demolizione di intonaci e rivestimenti - Gli intonaci demoliti a qualsiasi altezza, saranno computati secondo la superficie reale, dedotti i vani di superficie uguale o superiore a mq 2, misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura di detti vani, solo nel caso in cui si riferiscano a murature di spessore maggiore di cm 15.

Demolizione di pavimenti - I pavimenti di qualsiasi genere e materiale saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

Nel prezzo è compreso l'onere della demolizione dell'eventuale zoccolino battiscopa di qualunque genere.

Demolizione dei solai - La demolizione dei solai sarà valutata a superficie in base alle luci nette degli stessi. Saranno comprese nel prezzo delle demolizioni dei solai:

se con struttura portante in legno, la demolizione del tavolato con sovrastante cretonato o sottofondo e dell'eventuale soffitto su cannuciatto o rete;

se con struttura portante in ferro, la demolizione completa del soffitto e dei pavimento, salvo che non risulti prescritta e compensata a parte la rimozione accurata del pavimento;

se del tipo misto in c.a. e laterizio, la demolizione del pavimento e del soffitto, salvo che non risulti prescritta la rimozione accurata del pavimento.

Rimozione della grossa orditura del tetto - Verrà computata a mq misurando geometricamente la superficie delle falde del tetto senza alcuna deduzione dei fori. Nel caso della rimozione di singoli elementi o di parti della grossa orditura, verrà computata solamente la parte interessata. Nel prezzo è compensato anche l'onere della rimozione delle eventuali banchine di appoggio.

#### **Art. 45 - Opere specialistiche**

Ogni intervento di conservazione specialistico interessa di norma la superficie del manufatto; l'estensione di quest'ultimo è pertanto da acquisire nel modo più esatto possibile tramite preciso rilievo restituito in scale opportune.

Tutti quei manufatti compositi, costituiti da materiali di natura diversa, di dimensioni ridotte, di forma complessa o che presentino finiture particolarmente e finemente lavorate, andranno valutati a corpo.

Saranno da valutarsi a misura secondo le seguenti prescrizioni.

Manufatti archeologici - Tutti i manufatti riconducibili a semplici forme geometriche, nel caso sia di oggetti integri sia di frammenti, si inquadreranno nella forma geometrica di riferimento. Di tutti gli altri manufatti si calcolerà la superficie moltiplicando lo sviluppo del loro profilo (utilizzando una fettuccia metrica) per la circonferenza del minimo cilindro circoscrivibile. Gli elementi applicati saranno misurati con gli stessi criteri e sommati. Il computo metrico dovrà comprendere anche la misura della superficie interna misurabile.

Cornici, modanature - Per manufatti di fattura complessa e fortemente lavorati si calcolerà la superficie inscrivibile in forma geometrica regolare moltiplicata per la lunghezza. Per manufatti semplici dovrà essere calcolata la superficie effettiva tramite lo sviluppo del profilo (utilizzando fettuccia metrica) per la lunghezza della loro membratura più sporgente.

Sculture a tutto tondo - Andrà misurata la superficie laterale del cilindro medio circoscrivibile incrementato del 20% per sculture di ornato semplice, del 40% per sculture di ornato ricco e complesso. Il cilindro medio sarà calcolato rilevando la circonferenza in almeno quattro punti significativi escludendo quelle minime (collo, caviglia, ecc.). Le parti molto aggettanti non verranno incluse nel cilindro medio, ma verranno misurate con gli stessi criteri e ad esso sommate. Nel caso di sculture cave, la valutazione sarà da esprimersi a corpo.

Rilievi - Il manufatto andrà inquadrato in una o più forme geometriche piane e regolari. Lo sviluppo della superficie sarà incrementato del 10% per bassorilievi, del 20% per rilievi medi, del 40% per altorilievi. Per altorilievi molto aggettanti l'incremento andrà valutato a seconda del caso. Potranno eventualmente essere assimilabili a sculture a tutto tondo o richiedere incrementi sino al 100%.

Interventi su volte, soffitti, settori circolari - Si calcolerà l'effettivo sviluppo geometrico aumentato del 10% nel caso di volte e soffitti (maggior onere per superfici rivolte verso il basso).

#### **Art. 46 - Impianti tecnologici**

La qualità dei lavori e delle provviste sarà determinata con metodi geometrici, a numero o a misura in relazione a quanto previsto dall'elenco prezzi allegati.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo si dovessero rilevare sezioni, lunghezze e superfici effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori per motivi tecnici impreveduti abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle progettate e ordinate e l'impresa potrà essere chiamata in conseguenza al rifacimento a tutto suo carico.

Restano in ogni modo salve le possibilità di verifica e di rettifica nel corso delle operazioni di collaudo.

La valutazione degli impianti tecnologici potrà essere effettuata, come specificato a progetto, ricorrendo a prezzi relativi alla fornitura ed installazione dei singoli macchinari, delle singole apparecchiature e delle reti di utilizzo, oppure con i prezzi dei singoli componenti suddivisi per categoria a seconda del tipo di intervento.

In proposito la ditta appaltatrice non potrà pretendere l'applicazione di un metodo di valutazione dei lavori difforme da quello previsto dal progetto.

Tale criterio si applica anche agli impianti che ricadono in una tipologia standardizzata ed omogenea e prevista nel progetto e nel Capitolato Speciale proprio dell'appalto.

Tali prezzi, se non diversamente stabilito nelle voci di elenco, comprendono tutte le assistenze murarie quale apertura di tracce e relativa chiusura con malta, il ripristino dell'intonaco e la rasatura, la formazione di fori ed attraversamenti orizzontali e verticali, fissaggio a muro di componenti, ad incasso, ganci di ancoraggio, tasselli ad espansione ecc.

I prezzi dei singoli componenti suddivisi per categoria comprendono quanto previsto dalle rispettive voci dell'elenco prezzi.

## CAPO II QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### **Art. 47 - Materiali in genere**

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere e per tutti gli interventi di conservazione, risanamento e restauro da effettuarsi sui manufatti, saranno della località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, in modo da non risultare assolutamente in contrasto con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

A tale scopo l'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsiasi fase lavorativa, di effettuare o fare eseguire, presso gli stabilimenti di produzione c/o laboratori ed istituti di provata specializzazione, in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla D.L.

Tali prove si potranno effettuare sui materiali esistenti in siti, su tutte le forniture previste, su tutti quei materiali che si utilizzeranno per la completa esecuzione delle opere appaltate, materiali confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate.

In particolare, sui manufatti aggrediti da agenti patogeni, leggermente o fortemente alterati, comunque oggetto di intervento, sia di carattere manutentivo che conservativo, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'Appaltatore mettere in atto tutta una serie di operazioni strettamente legate alla conoscenza fisico materica, patologica degli stessi e comunque:

- determinare le caratteristiche dei materiali oggetto di intervento;
- individuare gli agenti patogeni in aggressione;
- individuare le cause dirette e/o indirette determinanti le patologie (alterazioni del materiale, difetti di produzione, errata tecnica applicativa, aggressione atmosferica, sbalzi termici, umidità, aggressione microrganismi, ecc.);
- effettuare in situ e/o in laboratorio tutte quelle prove preliminari in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi e di tutte le metodologie di intervento. Tali verifiche faranno riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NORMAL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093.

Il prelievo dei campioni verrà effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato. Sarà in ogni caso da eseguirsi secondo le norme del C.N.R.

Tutti i materiali che verranno scartati dalla D.L. dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti. Ad ogni modo l'Appaltatore resterà responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti anche se ritenuti idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

### **Art. 48 - Sabbie, ghiaie, argille espanse, pomice, pietre naturali, marmi**

Sabbie - Sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate da rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive. Dovranno essere scevre da materie terrose, argillose, limacciose e polverulente, da detriti organici e sostanze inquinanti.

La sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di mm 2 per murature in genere e del diametro di mm 1 per gli intonaci e murature di paramento od in pietra da taglio.

L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del D.M. 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Ghiaia e pietrisco - Le prime dovranno essere costituite da elementi omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose, argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte, non gessose e marnose ad alta resistenza a compressione.

I pietrischi dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo; dovranno essere scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee. Sono assolutamente escluse le rocce marnose.

Gli elementi di ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:

- di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di cm 4 se si tratta di volti di getto;
- di cm 1 a 3 se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli di ghiaie e pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di cm 1 di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme UNI 8520/1-22, edizione 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme UNI 7549/1-12, edizione 1976 e successive modificazioni e/o integrazioni.

Argille espanse - Materiali sotto forma di granuli da usarsi come inerti per il confezionamento di calcestruzzi leggeri. Fabbricate tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà avere forma rotondeggiante, diametro compreso tra mm 8 e 15, essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non dovrà essere attaccabile da acidi, dovrà conservare le sue 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.

I granuli potranno anche essere sinterizzati tramite appositi procedimenti per essere trasformati in blocchi leggeri che potranno utilizzarsi per pareti isolanti.

Pomice - Gli inerti leggeri di pomice dovranno essere formati da granuli leggeri di pomice asciutti e scervi da sostanze organiche, polveri od altri elementi estranei. Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto.

Pietre naturali - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte.

Saranno assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

In particolare le caratteristiche alle quali dovranno soddisfare le pietre naturali da impiegare nella costruzione in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che dovrà farsene nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2229 e 2232, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89 e, se nel caso, dalle "norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" CNR edizione 1954 e dalle tabelle UNI 2719 - edizione 1945.

Pietre da taglio - Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scerve da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità.

Per le opere a "faccia a vista" sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce.

Tufi - Dovranno essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e quello facilmente friabile.

Ardesia - In lastre per copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme: le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa che liscia e scerve da inclusioni e venature.

Marmi - Devono appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, essere conformi ai campioni di riferimento precedentemente selezionati. Dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. Dovranno inoltre possedere la lavorazione superficiale e/o le finiture indicate a progetto, le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

#### **Art. 49 - Acqua, calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici**

Acqua per costruzioni - L'acqua dovrà essere dolce, limpida, e scevra da sostanze organiche, materie terrose, cospicue quantità di solfati e cloruri. Dovrà possedere una durezza massima di 32° MEC. Sono escluse acque assolutamente pure, piovane e di nevai.

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 (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH) 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.

Calce - Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello

tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non ben decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

L'impiego delle calce è regolato in Italia dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. n. 92 del 18 aprile 1940) che considera i seguenti tipi di calce:

- 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%;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in:
  - fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrossidi  $\text{Ca (OH)}_2 + \text{Mg (HO)}_2$  non è inferiore al 91%;
  - calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di  $\text{Ca (OH)}_2 + \text{Mg (HO)}_2$  non è inferiore all'82%.

In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e di 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 mm 0,18 e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce, e il 2% nella calce idrata da costruzione; se invece si utilizza un setaccio da mm 0,09 la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione.

Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili le caratteristiche (peso e tipo di calce) oltre al nome del produttore e/o distributore.

Leganti idraulici - I cementi e le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alle leggi vigenti al momento dell'utilizzo.

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in locali coperti, asciutti, possibilmente sopra pallet in legno, coperti e protetti da appositi teli. Se sfusi i cementi dovranno essere trasportati con idonei mezzi, così pure il cantiere dovrà essere dotato di mezzi atti allo scarico ed all'immagazzinaggio in appositi silos; dovranno essere separati per tipi e classi identificandoli con appositi cartellini. Dovrà essere utilizzata una bilancia per il controllo e la formazione degli impasti.

I cementi forniti in sacchi dovranno avere riportato sugli stessi il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti. Tutti i cementi che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati verranno rifiutati ed allontanati.

Gessi - Dovranno essere di recente cottura, perfettamente asciutti, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio da 56 maglie a centimetro quadro, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. I gessi dovranno essere conservati in locali coperti e ben riparati dall'umidità, approvvigionati in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto.

Non andranno comunque mai usati in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110 °C. Non dovranno inoltre essere impiegati a contatto di leghe di ferro.

I gessi per l'edilizia vengono distinti in base alla loro destinazione (per muri, per intonaci, per pavimenti, per usi vari). Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurezze) vengono fissate dalla norma UNI 6782.

Agglomerati cementizi - A lenta presa - cementi tipo Portland normale, pozzolanico, d'altoforno e alluminoso. L'inizio della presa deve avvenire almeno entro un'ora dall'impasto e terminare entro 6-12 ore -- a rapida presa -- miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

## **Resine sintetiche**

Ottenute con metodi di sintesi chimica, sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici, per lo più derivati dal petrolio, dal carbon fossile o dai gas petroliferi.

Quali materiali organici, saranno da utilizzarsi sempre e solo in casi particolari e comunque puntuali, mai generalizzando il loro impiego, dietro esplicita indicazione di progetto e della D.L. la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

In ogni caso in qualsiasi intervento di conservazione e restauro sarà assolutamente vietato utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Sarà vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno.

La loro applicazione dovrà sempre essere a cura di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

Le proprietà i metodi di prova su tali materiali sono stabiliti dall'UNI e dalla sua sezione chimica (UNICHIM), oltre a tutte le indicazioni fornite dalle raccomandazioni NORMAL.

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 silicani, con silicato di potassio ed acqua di calce. Anche come additivi per aumentare l'adesività (stucchi, malte fluide).

Resine epossidiche - Si ottengono per policondensazione tra eloridrina e bisfenolisopropano, potranno essere del tipo solido o liquido. Per successiva reazione dei gruppi epossidici con un indurente, che ne caratterizza il comportamento, (una diammina) si ha la formazione di strutture reticolate e termoindurenti. Data l'elevata resistenza chimica e meccanica possono essere impiegate per svariati usi. Come rivestimenti e vernici protettive, adesivi strutturali, laminati antifiama. Caricate con materiali fibrosi (fibre di lana di vetro o di roccia) raggiungono proprietà meccaniche molto vicine a quelle dell'acciaio.

Si potranno pertanto miscelare (anche con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti), ma solo dietro esplicita richiesta ed approvazione della D.L.

Resine poliesteri - Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, di cotone o sintetiche per aumentare la resistenza dei prodotti finali.

Come riempitivi possono essere usati 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.

#### **Art. 50 - Laterizi**

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n. 2233, e decreto ministeriale 27.07.1985 all. 7, 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 5632-65.

I mattoni pieni o semipieni di paramento dovranno essere di forma regolare, dovranno avere la superficie completamente integra e di colorazione uniforme per l'intera partita. Le liste in laterizio per rivestimenti murari (UNI 5632), a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, possono avere nel retro tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o possono anche essere foggiate con incastro a coda di rondine. Per tutti i laterizi è prescritto un comportamento non gelivo, una resistenza cioè ad almeno 20 cicli alternati di gelo e disgelo eseguiti tra i + 50 e -20 °C. Saranno da escludersi la presenza di noduli bianchi di carbonato di calcio come pure di noduli di ossido di ferro.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta (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 (UNI 2619-20-21-22).

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

#### **Art. 51 - Materiali ferrosi e metalli vari**

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 trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato D.M. 30 maggio 1974 (allegati nn. 1, 3, 4) ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1. *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.
2. *Acciaio trafelato o laminato* - Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a fresco e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alte-razioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare.

3. *Acciaio fuso in getti* - L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
4. *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 la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

Metalli vari - Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame 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 difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

#### **Art. 52 - Legnami**

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza esse siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M 30 ottobre 1912 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 – UNI ENV 1995-1-1 (EUROCODICE 5):1995 – 28/02/1995 – Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici**).

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connesure.

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 lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

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

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alborno né smussi di sorta. I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 2088/89 e 5062 P, i pannelli in particellato di legno alla **UNI 4866/67** e le lastre di agglomerato ligneo alla **UNI 2087**.

I legnami per pavimentazione siano essi listoni (**UNI 4773**) che tavolette (**UNI 4374**) 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.

#### **Art. 53 – Legno Lamellare**

Il legno lamellare, proveniente dalle migliori zone di accrescimento del nord Europa e disponibile sotto forma di travi, di pannelli multistrati o di sezioni sagomate di varia natura, sarà fornito in opera, conformemente alle seguenti norme:

**UNI EN 1193:1999 – 31/10/1999 – Strutture di legno – Legno strutturale e legno lamellare incollato – Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura.**

**UNI EN 1194:2000 – 31/10/2000 – Strutture di legno – Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.**

**UNI EN 386:1997 – 31/03/1997 – Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.**

**UNI EN 390:1997 – 31/03/1997 – Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili.**

**UNI EN 408:1997 – 30/04/1997 – Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.**

Ogni pezzatura dovrà essere selezionata qualitativamente e dimensionalmente, perfettamente essiccata, intestata, giuntata di testa e piallata sulle quattro facce, formando le lamelle nelle misure richieste dagli elaborati di progetto. Le lamelle, prodotte per incollaggio in pressa idraulica tramite colle alla Resorcina formaldeide o all'Urea, dovranno essere del tipo impregnato con sostanze atte a garantire l'assoluta inattaccabilità da parte di insetti, funghi, agenti atmosferici e chimici. Le strutture portanti, grazie all'elevata coibenza termica, dovranno essere in grado di evitare la formazione di ponti termici e di eliminare fenomeni di condensa.

Caratteristiche tecniche richieste al legno lamellare:

- Resinose europee di Ia e IIa scelta.
- Giunzioni a pettine (Glulam 2a parte)

- Colle alla Resorcina formaldeide o all'Urea secondo F.MP.A. (DIN 68141)
- Pressione incollaggio: 8 kg/cm<sup>2</sup>
- Ambiente incollaggio: t. 18°C e umidità controllata
- Trattamenti antimuffa, fungicida, antiparassitario.
- Resistenza al fuoco: classe 30/120
- Peso specifico: 500 kg/m<sup>2</sup>
- Rapporto altezza /base: ≤ 10
- Resistenza alla compressione (140 kg/cm<sup>2</sup>).

#### **Art. 54 - Materiali per pavimentazioni**

I materiali per pavimentazioni, piastrelle di argille, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greficate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 ed alle norme UNI vigenti.

Tutti i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi ed essere accompagnati da schede informative. I manufatti prima della posa andranno attentamente controllati avendo l'accortezza di mischiare i materiali contenuti in più imballi o appartenenti a lotti diversi.

I prodotti ceramici per pavimentazione e rivestimenti saranno conformi alle rispettive norme UNI (UNI 7999:1979 – 31/12/1979 – Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.).

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

In dettaglio le pavimentazioni avranno le seguenti caratteristiche.

- a) Granaglie per pavimenti alla veneziana – La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.
- b) Pezzami per pavimenti a bollettonato – Il pezzame di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.
- c) Prodotti a pasta porosa, laterizi e terrecotte – Dovranno avere una buona massa volumica (1.800 – 1.900 kg/m<sup>3</sup>), essere ben cotti, di tinta forte ed omogenea, formati da argille prive di composti idrosolubili (che provocano formazioni di sali dopo la posa) e presentare buone resistenze alla compressione ed all'usura. Saranno forniti nelle forme, colori e dimensioni richieste dalla D.L.  
Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:
  - resistenza a compressione (kg/cm<sup>2</sup>) 400
  - resistenza a flessione (kg/cm<sup>2</sup>) 40
  - porosità 5%.
- d) Pietrini e mattonelle di terracotta greficata – Le mattonelle e i pietrini saranno di prima scelta, greficati per tutto l'intero spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana. Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensione che saranno richieste dalla direzione dei lavori. Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:
  - assorbimento d'acqua < 15%
  - resistenza a flessione (kg/cm<sup>2</sup>) > 150
  - tolleranza dimensionale (mm) + 0, 5/ – 1.
- e) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento – Dovranno essere di ottima fattura, ed assicurare una buona resistenza a compressione ed all'usura, essere stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né impurità, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore (UNI da 2623 a 2629). La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi. Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm 7. Le marmette avranno anch'esse una spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo. I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.
- f) Prodotti ceramici a pasta compatta UNI 10739 Beni culturali "Tecnologia ceramica Termini e definizioni" (grès, grès ceramico, monocotture, bicotture, clinker, ceramiche e porcellane) – Dovranno essere approvvigionati in cantiere nelle loro confezioni originali e nell'imballo dovrà essere leggibile il nome del produttore, la scelta commerciale, il calibro ed il colore; dovranno essere di prima scelta e risultare conformi per dimensione, forma e calibro a quanto prescritto ed essere omogenei, per l'intera fornitura, nel calibro e nella tinta (UNI EN 163).

Lo strato antiusura, ottenuto per smaltatura o vetrificazione, dovrà possedere le caratteristiche di impermeabilità, durezza e di resistenza chimica o meccanica richieste dallo specifico utilizzo (interno o esterno, traffico pesante o leggero, contatto con sostanze aggressive ecc.). Ove richiesto, verranno approvvigionate complete di pezzi speciali, jolly e bordi.

Le caratteristiche richieste, in relazione alle norme UNI EN, saranno le seguenti:

- resistenza all'abrasione profonda (EN 102) < 205 mmq
- assorbimento d'acqua (EN 99) < 0,5%
- resistenza al gelo (EN 202) assenza di rotture
- resistenza all'attacco chimico (EN 106) assenza di alterazioni
- resistenza alla flessione (EN 100) < 27 N/mm<sup>2</sup>
- durezza superficiale scala Mohs (EN 101) > 6.

g) Materiali resilienti in formelle – Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie (liscia o a rilievo) con tinta omogenea, priva di discontinuità, macchie e screpolature. Salvo che nei casi di pavimentazioni da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori per utilizzi civili non dovranno essere inferiori ai mm 2, 5 per il linoleum, ai 3 mm per le gomme lisce con attacco a tela, ai 4 mm per gomme lisce con attacco a peduncoli ed ai 10 mm per gomme rigate o a bolle ed attacco a sottoquadri, con una tolleranza non inferiore al 3%. In ogni caso gli spessori saranno proporzionati alla specifica destinazione d'uso (abitazione, ufficio, magazzino) ed al traffico (leggero, medio, pesante). Per qualsiasi spessore e tipo le caratteristiche richieste saranno le seguenti:

- durezza Shore A 85 +/- 5%
- perdita di durezza per invecchiamento < 5%

#### **Art. 55 - Colori e vernici**

*Generalità* – L'appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente colori e vernici di recente produzione, provenienti da recipienti sigillati, recanti il nome del produttore, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e la data di scadenza. Dovrà aprire i recipienti in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto. I prodotti vernicianti dovranno risultare esenti da fenomeni di sedimentazione, di addensamento o da qualsiasi altro difetto, assolvere le funzioni di protezione e di decorazione, impedire il degrado del supporto proteggendolo dagli agenti atmosferici, dall'inquinamento, dagli attacchi dei microrganismi, conferire alle superfici l'aspetto stabilito dagli elaboratori di progetto ed, infine, mantenere tali proprietà nel tempo. Le loro caratteristiche saranno quelle stabilite dalle norme **UNI 4656** contrassegnate dalla sigla UNI/EDL dal n. 8752 al n. 8758 e le prove tecnologiche, che dovranno essere effettuate prima dell'applicazione, saranno regolate dalle norme UNICHIM MU. (1984) n. 443- 45, 465-66, 517, 524-25, 562-63, 566, 570-71 583, 591, 599, 602, 609-11, 619.

Le cariche e i pigmenti contenuti nei prodotti vernicianti dovranno colorare in modo omogeneo il supporto, livellarne le irregolarità, proteggerlo dagli agenti corrosivi e conferirgli l'effetto cromatico richiesto. L'appaltatore dovrà impiegare solventi e diluenti consigliati dal produttore delle vernici o richieste dalla D.L. che dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle norme UNICHIM, foglio d'informazione n. 1-1972. Il rapporto di diluizione (tranne che per i prodotti pronti all'uso) sarà fissato in concordanza con la D.L.

I leganti dovranno essere formati da sostanze (chimiche o minerali) atte ad assicurare ai prodotti vernicianti le caratteristiche stabilite, in base alla classe di appartenenza, dalle norme UNI.

#### **MODALITÀ DI ACCETTAZIONE**

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

In presenza di manufatti di particolare valore storico/artistico, sarà fatto divieto all'appaltatore di utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una precedente specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Per i prodotti di comune impiego, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- a) *Olio di lino cotto* – L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con oli minerali, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- b) *Acquaragia* (essenza di trementina) – Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatile. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.
- c) *Biacca* – La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscela di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

- d) *Bianco di zinco* – Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.
- e) *Minio* – Sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze (solfato di bario, ecc.).
- f) *Latte di calce* – Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere le quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.
- g) *Colori all'acqua, a colla o ad olio* – Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.
- h) *Vernici* – Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.
- i) *Encaustici* – Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della direzione lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.
- j) *Idropitture* – Per idropitture s'intendono non solo le pitture a calce, ma anche i prodotti vernicianti che utilizzano come solvente l'acqua. L'appaltatore dovrà fare riferimento alle regolamentazioni delle norme UNICHIM e più specificatamente alla 14/1969 (*prova di adesività*), alla 175/1969 (*prova di resistenza agli alcali*) e alla 168/1969 (*prova di lavabilità*).
- Tempere* – Composte da sospensioni acquose di pigmenti, cariche e leganti a base di colle naturali o sintetiche, dovranno avere buone capacità coprenti, risultare ritinteggiabili e, se richiesto, essere fornite in confezioni sigillate già pronte all'uso.
- Pitture cementizie* – Composte da cementi bianchi, pigmenti colorati ed additivi chimici in polvere, dovranno essere preparate secondo le modalità consigliate dal produttore in piccoli quantitativi da utilizzare rapidamente prima che intervenga la fase d'indurimento. Una volta indurite, sarà vietato all'appaltatore di diluire in acqua allo scopo di poterle nuovamente utilizzare.
- Idropitture in emulsione* – Sono costituite da emulsioni acquose di resine sintetiche, pigmenti e particolari sostanze plastificanti. Se verranno utilizzate su superfici eterne, non solo dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico/chimico operato dagli agenti inquinanti, ma anche produrre una colorazione uniforme. Il loro impiego su manufatti di particolare valore storico/artistico sarà subordinato all'esplicita approvazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
- l) *Pitture ai silicati* – Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, di silicato di sodio o da una miscela dei due e da pigmenti esclusivamente inorganici (ossidi di ferro). Il loro processo di essiccazione si svilupperà dapprima attraverso una fase fisica di evaporazione e, successivamente, attraverso una chimica in cui si verificherà un assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante che produrrà reazioni all'interno dello strato fra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di potassio da un lato reagirà con l'anidride carbonica e con l'acqua presente nell'atmosfera dando origine a polisilicati complessi e, dall'altro, reagirà con il carbonato dell'intonaco del supporto formando silicati di calcio. Le pitture ai silicati dovranno assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante che eviti fenomeni di disfacimento in sfoglie del film coprente, permettere la traspirazione del supporto senza produrre variazioni superiori al 5-10%, contenere resine sintetiche in quantità inferiore al 2-4% ed, infine, risultare sufficientemente resistente ai raggi UV, alle muffe, ai solventi, ai microrganismi ed, in genere, alle sostanze inquinanti.
- m) *Pitture ad olio ed oleosintetiche* – Composte da oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti, dovranno possedere uno spiccato potere coprente e risultare resistenti all'azione degradante delle piogge acide e dei raggi UV (UNICHIM manuale 132).
- n) *Antiruggine, anticorrosivi e pitture speciali* – Le caratteristiche delle pitture speciali si diversificheranno in relazione al tipo di protezione che si dovrà effettuare e alla natura dei supporti su cui applicarle. L'appaltatore dovrà utilizzare la pittura richiesta dalla D.L. che dovrà essergli fornita in confezioni perfettamente sigillate applicandola conformemente alle istruzioni fornite dal produttore. I requisiti saranno quelli stabiliti dalla specifica normativa UNICHIM (manuale 135).
- o) *Vernici sintetiche* – Composte da resine sintetiche (acriliche, olearchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità alla luce, fornire le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste. Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assicurare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere. Le vernici saranno costituite da una parte liquida (veicolo) e da una parte solida (pigmento e riempimento) secondo le seguenti peculiarità. Il veicolo sarà costituito da:

- leganti, a base di oli, resine naturali, sintetiche ed elastomeri;
- plastificanti, idonei a garantire l'elasticità e la flessibilità del film;
- solventi e diluenti - per solubilizzare i leganti conferendo alle pitture le caratteristiche ottimali di applicazione: idrocarburi alifatici e/o aromatici, alcoli, esteri, chetoni, ed eventualmente acqua;
- additivi - atti a fornire alla vernice caratteristiche particolari ed ottimizzarne le prestazioni: essiccativi, sospensivi, agenti che favoriscono la bagnabilità del supporto, antiossidante, agenti dilatanti, stabilizzatori di resina, ecc.

I pigmenti ed i riempitivi saranno costituiti da sostanze disperse nel veicolo e potranno essere delle seguenti categorie:

1) *Attivi* - Sono reagenti con capacità di bloccare il processo corrosivo attraverso i seguenti meccanismi:

- protezione catodica conferita dalle polveri di zinco, piombo, ecc. che forniscono ai materiali ferrosi una protezione di natura elettrochimica;
- pigmenti a base di fosfati metallici con azione passivante che forniscono ioni atti a reagire con il metallo riducendone la tendenza alla corrosione;
- pigmenti in grado di ossidare ioni ferrosi e ferrici ad azione ossidante.

2) *Inerti* - Caratterizzati dall'elevata resistenza chimica e agli agenti atmosferici, riducono la permeabilità intrinseca del veicolo: ossidi metallici (biossido di titanio, ossido di ferro, ossido di cromo...), sali inorganici, pigmenti organici, nero fumo, grafite, ecc.

3) *Riempitivi* - Con funzione di conferire particolari caratteristiche quali flessibilità, aderenza, durezza, resistenza all'abrasione: silicati compressi (mica, talco, caolino, asbestina ecc.) ossidi metallici (alluminia e quarzo) carbonati naturali e precipitati, solfati (bariti ecc.).

Ai differenti cicli di verniciatura sono richieste le seguenti caratteristiche:

- adeguata adesione alla superficie da proteggere
- buon potere anticorrosivo
- limitata porosità e ridotta permeabilità ai gas e ai liquidi
- resistenza nel tempo agli agenti atmosferici e chimici.

I sistemi di verniciatura, in relazione alle prescrizioni degli elaborati di progetto, dovranno essere posti in opera nelle seguenti fasi:

- uno o più mani di fondo con funzione di antiruggine e di ancoraggio sia alla superficie da rivestire che agli strati successivi;
- una mano intermedia con funzione di collegamento fra strato di fondo e i successivi di finitura;
- uno o più mani di finitura con funzione protettiva nei confronti delle azioni esterne in relazione alle condizioni di esercizio.

I cicli di verniciatura, ove non specificato diversamente negli elaborati di progetto, saranno i seguenti: Olio di lino, clorocaucciù, fenolici, epossidica, vinili, poliuretanic.

p) *Smalti* - Composti da resine sintetiche o naturali, pigmenti (diossido di titanio), cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.). Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

### **Art. 56 - Materiali diversi**

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

I vetri per l'edilizia piani e trasparenti dovranno rispondere alle norme UNI 5832, 6123, 6486, 6487 con le seguenti denominazioni riguardo agli spessori espressi in mm:

- sottile (semplice) 2 (1,8-2,2);
- normale (semi-doppi) 3 (2,8-3,2);
- forte (doppio) 4 (3,7-4,3);
- spesso (mezzo cristallo) 5-8;
- ultraspeso (cristallo) 10- 19.

Per quanto riguarda i vetri piani stratificati con prestazioni antivandalismo e anticrimine si seguiranno le norme UNI 9186-87, mentre se con prestazioni antiproiettile le UNI 9187-87. Per i vetri piani temperati si farà riferimento alle indicazioni di progetto ed alle norme UNI 7142. Per i vetri piani uniti al perimetro (vetrocamera) costituiti da due lastre di vetro unite tra loro lungo il perimetro a mezzo di adesivi, con interposizione di distanziatore, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati, si farà riferimento (oltre che alle indicazioni di progetto) alla norma UNI 7171.

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

Gli apparecchi igienico-sanitari in ceramica saranno accettati se conformi alle norme UNI 4542, 4543, 4848, 4849, 4850, 4851, 4852, 4853, 4854.

Prodotti per opere di impermeabilizzazione - Sono costituiti da bitumi, paste e mastici bituminosi, cartongeltri bitumati, fogli e manti bituminosi prefabbricati, vernici bituminose, guaine. Il loro impiego ed il loro sistema applicativo verrà sempre concordato con la D.L. in base alle esigenze ed al tipo di manufatto da proteggere.

- Bitumi di spalmatura - Classificati in UNI 4157.
- Paste e mastici bituminosi - Caricati di polveri inorganiche e/o di fibre; UNI 4377-85, 5654-59.
- Cartongeltri bitumati - Feltri di fibre di carta impregnati o ricoperti con bitume; UNI 3682,3888, 4157.
- Fogli e manti bituminosi - Membrane o guaine prefabbricate, rinforzati con fibre di vetro o materiale sintetico. Oltre al bitume potranno contenere resine sintetiche (membrane bitume-polimero) o degli elastomeri (membrane bitume-elastomero). Potranno essere accoppiate con fogli di alluminio, di rame, con scaglie di ardesia, graniglia di marino o di quarzo: UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718, 6825. Tutte le prove saranno quelle prescritte dalla norma UNI 3838 (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, scorrimento a caldo, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili in solfuro di carbonio, invecchiamento termico, lacerazione, punzonamento).
- Vernici bituminose - Ottenute da bitumi fluidizzati con solventi organici. Saranno da utilizzarsi quali protettivi e/o vernicianti per i manti bituminosi. Potranno per- tanto essere pigmentate con polvere di alluminio o essere emulsionate con vernici acriliche.
- Guaine antiradice - Guaine in PVC plastificato monostrato, armato con velo di vetro e spalmato sulle due facce del velo stesso o guaine multistrato di bitume polipropilene su supporto di non tessuto in poliestere da filo continuo. Dovranno possedere una specifica capacità di resistenza all'azione di penetrazione meccanica e disgregatrice delle radici, dei microrganismi e dei batteri viventi nei terreni della vegetazione di qualsiasi specie, conferita da sostanze bio-stabilizzatrici presenti nella miscela del componente principale della guaina stessa.
- Guaine in PVC plastificato - Le guaine in PVC plastificato dovranno avere ottime caratteristiche di resistenza a trazione, ad allungamento e rottura ed una resistenza alla temperatura esterna da -20 a +75 °C. Dovranno avere tutti i requisiti conformi alle norme UNI vigenti per quanto riguarda classificazione, metodi di prova, norme di progettazione. Le membrane, le guaine e in genere i prodotti prefabbricati per impermeabilizzazioni e coperture continue e relativi strati e trattamenti ad esse contigui e funzionari dovranno rispondere alle norme UNI 8202/1-35, UNI 8629/1-6, UNI 8818-86, UNI 889811-7, UNI 9168-87, UNI 9307-88, UNI 9380-89.

Additivi - Gli additivi per malte e calcestruzzi sono classificati in fluidificanti, aeranti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc., dovranno migliorare, a seconda del tipo, le caratteristiche di lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione. Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Dovranno essere conformi alle definizioni e classificazioni di cui alle norme UNI 7101-20, UNI 8145.

Isolanti termo-acustici - Dovranno possedere bassa conducibilità (UNI 7745), essere leggeri, resistenti, incombustibili, volumetricamente stabili e chimicamente inerti, inattaccabili da microrganismi, insetti e muffe, inodori, imputrescibili, stabili all'invecchiamento. Dovranno essere conformi alle normative UNI vigenti.

Gli isolanti termici di sintesi chimica quali polistirene espanso in lastre (normale e autoestingente), polistirene espanso estruso, poliuretano espanso, faranno riferimento alle norme UNI 7819.

Gli isolanti termici di derivazione minerale quali lana di roccia, lana di vetro, fibre di vetro, sughero, perdite, vermiculite, argilla espansa faranno riferimento alle norme UNI 2090-94, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-47, 6718-24.

L'Appaltatore dovrà fare riferimento alle modalità di posa suggerite dalla ditta produttrice, alle indicazioni di progetto e della D.L., nel pieno rispetto di tutte le leggi che regolamentano la materia sull'isolamento termico degli edifici.

Lastre di fibrocemento - Lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati), lastre ondulate e lastre nervate dovranno corrispondere per forma colore e dimensione alle prescrizioni di progetto e rispondenti alle norme UNI. Lastre piane UNI 3948, lastre ondulate UNI 3949, lastre nervate UNI 8865.

Lastre in materiale plastico rinforzato e non - Le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono risultare conformi alle prescrizioni UNI 6774, le lastre di polistirene alla norma UNI 7073, le lastre in polimetimetacrilato alla norma UNI 7074.

### **Art. 57 - Tubazioni**

Tubi di ghisa - Saranno perfetti in ogni loro parte, esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della D.L., saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.

Tubi in acciaio - Dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati, dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di gres - In assenza di specifiche nonne UNI si farà riferimento alle vigenti norme ASSORGRES.

I materiali di gres ceramico dovranno essere a struttura omogenea, smaltati interamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto o manicotto o bicchiere.

I tubi saranno cilindrici e dritti tollerando solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore a 1/100 della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere conformati in modo da permettere una buona giunzione, l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scanellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolatura con apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire alla pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile, in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non assorba più del 3,5% in peso; ogni elemento di tubazione, provato isolatamente, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

Tubi di cemento - I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente circolare di spessore uniforme e scevri affatto di screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La frattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi in PVC (policloruro di vinile) - Dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125, 18 luglio 1967.

I tubi si distinguono come previsto dalle norme UNI 7441-47.

Il Direttore Lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cura e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE) - Saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2,5 4,6 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-63, mentre il tipo ad alta densità alle norme UNI 711, 7612-13-15.

Tubi drenanti in PVC - Saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle DIN 16961, DIN 1187, e DIN 7748.

Per i tubi di adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Tubi di rame - L'appaltatore dovrà fornire esclusivamente tubi costituiti da rame Cu-DHP (UNI 5649 parte 1) a superficie (interna ed esterna) perfettamente liscia e priva di difetti. Sui tubi, ad intervalli di 60 cm, deve essere visibile la punzonatura indicante il marchio, il nome del produttore, l'anno di fabbricazione ed il titolo di purezza del materiale. Il rivestimento dei tubi di rame sarà quello previsto dall'art. 12 del D.M. 1052. Le prove di accettazione per i tubi in rame saranno quelle previste dalla normativa **UNI 6507**. Le giunzioni dovranno essere effettuate mediante manicotti, raccordi e pezzi speciali che, conformi alla norma **UNI 8050/4-11**, andranno posizionati nei tubi ben tagliati a squadra, calibrati e puliti.

I diametri e gli spessori, i sistemi di fissaggio e di curvatura saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L. I tubi di rame devono rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

**UNI EN 1057** - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento

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

#### **Art. 58 - Prodotti per la pulizia dei materiali porosi**

Generalità - La pulitura delle superfici esterne di un edificio è un'operazione complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per identificare la natura del supporto e dell'agente patogeno, per determinare il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL).

Sarà quindi vietato all'Appaltatore utilizzare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

In ogni caso ogni intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi all'aspetto estetico e

cromatico postintervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro pellicola naturale (pelle) che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli prodotti andranno utilizzati puntualmente, mai generalizzandone l'applicazione, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via a quelle più forti ed aggressive.

Pulitura con acqua nebulizzata - L'utilizzo di acqua per la pulitura dei materiali porosi richiederà la massima attenzione in primo luogo nei confronti dei materiali stessi che non devono risultare eccessivamente assorbenti.

L'acqua dovrà essere pura, scevra da sostanze inquinanti e sali, deionizzata e distillata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 °C ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per la adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

Pulitura chimica - A causa della pericolosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai prodotti per la pulitura chimica, si dovrà operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti, in regime di massima sicurezza per l'operatore. Dovrà essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo su quelle zone dove altri tipi di pulitura meno aggressiva non sono state in grado di eliminare l'agente patogeno.

Si dovranno utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo quali la metil o carbosilmetilcellulosa, argille, amido, magnesia che verranno opportunamente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L. Ad ogni intervento di tipo chimico dovrà seguire abbondante risciacquo con acqua deionizzata per eliminarne il più possibile le tracce.

I prodotti da utilizzarsi potranno essere basici o acidi o sostanze attive e detergenti, quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio

Gli acidi si potranno utilizzare per eliminare sali ed efflorescenze con scarsa solubilità in acqua, per i quali non sono risultate sufficienti le operazioni di lavaggio con l'acqua nebulizzata.

Si potrà inoltre utilizzare acido cloridrico per l'asportazione di solfato di calcio (rapporto con acqua 1/500); acido ossalico in soluzione per l'asportazione di solfato di ferro; acido etil-diamminico-tetracetico (EDTA) per l'asportazione di consistenti depositi di sali di vanadio e macchie metalliche.

Impacchi basici potranno essere utilizzati per asportare croste dure contenenti materiali poco solubili.

Formulati

Per croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) si potrà utilizzare un preparato così formulato:

- 50-100 g di EDTA (sale bisodico);
- 30 g di bicarbonato di sodio;
- 50 g di carbosilmetilcellulosa;
- 1000 g di acqua.

AB 57; formulato messo a punto dall'ICR, preferibilmente con un PH intorno a 7,5 (sarà comunque sufficiente che il pH non superi il valore 8 per evitare fenomeni di corrosione dei calcari e la eventuale formazione di sotto prodotti dannosi).

Il bicarbonato sviluppa anidride carbonica favorendo così il distacco delle croste nere, mentre l'EDTA complessa il calcio del gesso presente nella crosta, portando in soluzione questo minerale e sostituendolo con solfato sodico, molto più solubile. La seguente ricetta va usate con molta attenzione, solo esclusivamente in caso di effettivo bisogno, in quanto è in grado di generare sali solubili sempre dannosi per i materiali solubili:

- 1000 cc di acqua;
- 30 g di bicarbonato d'ammonio;
- 50 g di bicarbonato di sodio;
- 25 g di EDTA (sale bisodico);
- 10 cc di desogen (sale d'ammonio quaternario, tensioattivo, fungicida);
- 60 g di carbosilmetilcellulosa.

La quantità di EDTA potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a g 100-125.

Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca (NH<sub>4</sub>OH) o trietanolammina (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>OH<sub>3</sub>)N allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Ad operazione avvenuta si rende indispensabile un lavaggio ripetuto con acqua deionizzata.

Argille assorbenti - Potranno essere utilizzate due tipi di argilla: la sepiolite e l'attapulgitite. Sono fillosilicati idrati di magnesio appartenenti al gruppo strutturale della paliorrkite, in grado, di impregnarsi di oli e

grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento. L'operazione di pulitura con argille dovrà essere preceduta da uno sgrassamento e dalla rimozione di eventuali incrinature con solventi opportuni (acetone, cloruro di metilene).

La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh. Dovranno essere preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di cm 2-3.

Impacchi biologici - Sono impasti argillosi a base di sepiolite o attapulgite, contenenti prodotti a base ureica ed avranno la seguente composizione:

- 1000 cc di acqua;
- 50 g di urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO;
- 20 cc di glicerina (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>CHOH.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno cm 2 da coprire con fogli di politene. I tempi di applicazione si stabiliranno in base a precedenti prove e campionature.

Biocidi - Prodotti da utilizzarsi per la eliminazione di muschi e licheni. La loro applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale utilizzando spatole, pennelli a setole rigide, bisturi, ecc. attrezzi comunque da utilizzarsi con estrema cautela in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto. I biocidi da impiegarsi potranno essere specifici su alcune specie, oppure a vasto raggio di azione.

Per muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1%. Per alghe verdi e muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniacca.

Per alghe e microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro da utilizzarsi in soluzione acquosa all'1/2% da applicare a spruzzo.

Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.)

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

#### **Art. 59 - Prodotti impregnanti**

Generalità - L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali preconsolidanti, consolidanti e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato.

Degrado essenzialmente dovuto:

- ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana (dilavamento, crioclastismo), azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale: l'impregnante dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali;
- ad un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere, ecc.): in questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa;
- prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti;
- prive di rivestimento in cotti a vista albasì e porosi;
- prive di rivestimento in cls;
- rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori;
- rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

In presenza di una complessità materico patologico così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado. Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni:

- svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto;
- svolgere un'azione protettiva, mediante l'idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adesamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e microflora.

In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare.

In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi UV;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità della reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

#### Art. 2.12.1 - Impregnanti per il consolidamento

I prodotti da utilizzarsi per il consolidamento dei manufatti oggetto di intervento fatte salve le prescrizioni relative al loro utilizzo specificate nelle generalità ed alla campagna diagnostica da effettuarsi preventivamente, dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza la formazione di sottoprodotti di reazione pericolosi (sali);
- capacità di fare traspirare il materiale;
- penetrazione in profondità in modo da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" sufficientemente lungo in modo da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

### Composti organici

Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento.

Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti; se termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità; i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti. Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali.

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali.

L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine epossidiche - Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature.

Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto scrupoloso controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione.

Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della D.L.

Resine poliuretatiche - Prodotti termoplastici o termoindurenti, a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità.

Mescolati con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici. Sono spesso usati come alternativa alle resine epossidiche rispetto alle quali presentano una maggiore flessibilità ed una capacità di indurimento anche a 0 °C.

Applicati per iniezione una volta polimerizzati si trasformano in schiume rigide, utili alla stabilizzazione di terreni o all'isolamento delle strutture dai terreni.

Oltre che come consolidanti possono essere impiegati come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti, utilizzando l'acqua come reagente, risultano particolarmente adatti per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a gel di resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.

Resine acriliche - Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti piuttosto ampi in funzione dei tipi di monomero e del peso molecolare del polimero. Per la maggior parte le resine acriliche sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici. Hanno scarsa capacità di penetrazione e non possono essere impiegate come adesivi strutturali. Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua tendono a dilatarsi. Il prodotto si applica a spruzzo, a pennello o per impregnazione.

Metacrilati da iniezione - Le resine acriliche oltre che come consolidanti si possono impiegare come protettivi e impermeabilizzanti. I metacrilati da iniezione sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che, opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrato o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua, garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPa.s, essere assolutamente atossico, trasparente al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7, onde evitare l'insacco di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti.

A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi.

Perfluoropolietteri ed elastomeri fluororati - Collocazione fortemente anomala rispetto ai prodotti precedentemente illustrati. Sono in genere adatti al consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, posseggono buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico), posseggono scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

Resine acril-siliconiche - Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche.

Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici.

Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria.

Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 cPs, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione.

Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare

ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina.

Polietilenglicoli o poliessietilene - Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso.

Composti a base di silicio

Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile) - Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. È una sostanza basso-molecolare a base inorganica in solvente organico.

Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silicatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci.

Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C.

Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20 °C e UR del 40-50%.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine).

Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita.

È molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti.

Dovrà possedere i seguenti requisiti:

- prodotto monocomponente non tossico;
- penetrazione ottimale;
- essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato;
- formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi;
- impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilità al vapore d'acqua;
- assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato.

## Composti inorganici

Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente.

Calce - Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume.

Non ha però le proprietà cementanti del  $\text{CaCO}_3$  che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse.

Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione.

Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature).

Idrossido di bario,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  - Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al  $\text{CaCO}_3$ , essendo, in partenza, carbonato di bario  $\text{BaCO}_3$ ; reagisce con il gesso per dare  $\text{BaSO}_4$  (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale.

Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno.

Come nel caso del trattamento a base di calce la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario,  $\text{BaCO}_3$ ) ha un coefficiente di dilatazione

tecnica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario ( $BaSO_4$ ), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni.

Alluminato di potassio,  $KAlO_2$  - Può dare sottoprodotti dannosi. Fra questi si può infatti ottenere idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi.

Art. 2.12.2 - Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione

I prodotti da usare per l'impermeabilizzazione corticale e la protezione dei materiali dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere.

Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti da utilizzarsi dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; atossicità.

Sarà sempre opportuno ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

## **Composti organici**

Polimeri acrilici e vinilici - Sono prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. Il monomero liquido può essere applicato ad una superficie per creare (a polimerizzazione completata) un film solido più o meno impermeabile ed aderente al supporto.

I polimeri con scarso grado di polimerizzazione dispersi in acqua o in solventi organici danno luogo a lattici o emulsioni. Polimeri con basso peso molecolare sempre disciolti in acqua o in solvente organico formano soluzioni trasparenti. Entrambi questi prodotti se applicati come rivestimento in strato sottile permangono come film superficiali dopo l'evaporazione del solvente dal lattice o dalla soluzione. Lattici e soluzioni polimeriche sono spesso combinati con altri componenti quali cariche, pigmenti, opacizzanti, addensanti, plastificanti.

I principali polimeri impiegati per questo tipo di applicazione sono i poliacrilati e le resine viniliche.

I poliacrilati possono essere utilizzati come impregnanti di materiali porosi riducendone consistentemente la permeabilità; sono pertanto impiegabili per situazioni limite quando si richiede l'impermeabilizzazione del materiale da forti infiltrazioni. Sotto forma di lattici vengono utilizzati per creare barriere protettive contro l'umidità oppure applicati come mani di fondo (primer) per migliorare l'adesione di pitturazioni e intonaci.

Le resine viniliche sono solitamente copolimeri di cloruro di acetato di vinile sciolti in solventi. Presentano ottima adesione al supporto, stabilità sino a 60 °C, flessibilità, atossicità, buona resistenza agli agenti atmosferici. Sono però da impiegarsi con estrema cautela e solo in casi particolari in quanto riducono fortemente la permeabilità al vapor d'acqua, posseggono un bassissimo potere di penetrazione, risultano eccessivamente brillanti una volta applicati.

In ogni caso, avendo caratteristiche particolari ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione, all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta, effetto traslucido), l'utilizzo dei polimeri organici sarà da limitarsi a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della D.L. e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine poliuretaniche - Prodotti termoplastici o termoindurenti a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità.

Mescolate con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore.

Oltre che come consolidanti possono essere impiegate come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti utilizzando l'acqua come reagente risultano particolarmente adatte per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.

Metacrilati da iniezione - Sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrato o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPa.s, essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7 onde evitare l'insacco di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti. A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi.

Perfluoropolietilene ed elastomeri fluororati - Anch'essi prodotti a doppia funzionalità, adatti per la protezione i primi, per il consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi i secondi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolymerizzati, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, hanno buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico), possiedono però scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa, se non opportunamente funzionalizzati con gruppi polari (ammidi ed esteri) risultano eccessivamente mobili all'interno del manufatto. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

Oli e cere naturali e sintetiche - Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite perché di una scarsa resistenza all'invecchiamento.

Inoltre l'iniziale idrorepellenza acquisita dall'oggetto trattato, sparisce col tempo.

L'olio di lino è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli oli essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300 °C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno.

Le cere naturali, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate.

Le cere sintetiche, costituite da idrocarburi polimerizzati ed esteri idrocarburi ossidati, hanno composizione chimica, apparenza e caratteristiche fisiche ben diverse da quelle delle cere naturali. Le cere polietilene e polietilenglicoliche sono solubili in acqua e solventi organici, ma non si mischiano bene alle cere naturali ed alla paraffina. Sono comunque più stabili al calore, hanno maggior resistenza all'idrolisi ed alle reazioni chimiche.

Le cere possono essere usate in forma di soluzione o dispersione. ad esempio in trementina, toluolo, cicloesano o etere idrocarburo, oppure sotto forma di miscele a base di cera d'api, paraffina colofonia.

Tutte le cere trovano comunque impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi in generale a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate, danno inoltre luogo alla formazione di saponi che scoloriscono l'oggetto trattato se in presenza di umidità e carbonato di calcio, hanno scarsa capacità di penetrazione. Ancora, non vanno usate su manufatti in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti.

Oli e cere vengono normalmente applicati a pennello.

## **Composti a base di silicio**

### **"Idrorepellenti protettivi siliconici"**

Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi.

I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate dal gruppo siliconico presente.

I composti organici del silicio (impropriamente chiamati siliconi) agiscono annullando le polarità latenti sulle superfici macrocristalline dei pori senza occluderli, permettendo quindi il passaggio dei vapori, ma evitando migrazioni idriche; la loro azione consiste quindi nel variare la disponibilità delle superfici minerali

ad attrarre l'acqua in un comportamento spiccatamente idrorepellente; ciò avviene depositando sulle pareti dei pori composti organici non polari.

## **Idrorepellenti**

La pluralità del potere idrorepellente è direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipendono quindi dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraversano corpi molto compatti e si depositano in superficie), la velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto); dell'alcalinità del corpo poroso; delle modalità di applicazione.

In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi ha causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Essi dovranno comunque sempre garantire elevato potere penetrante, resistenza ai raggi ultravioletti ed infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini, assenza di effetti filmanti che causino una riduzione della permeabilità al vapore d'acqua superiore al 10% determinata secondo norme DIN 52615, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto perlante (fenomeno prettamente superficiale ottenuto velocizzando la polimerizzazione del prodotto, che non rappresenta indizio di qualità e funzionalità dell'impregnazione).

Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica autorizzazione della D.L., degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, e comunque ad appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

*Siliconati alcalini* - Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o di sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 20-30% di attivo siliconico. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili.

La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formatasi durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini.

I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

*Resine siliconiche* - Generalmente vengono utilizzati silossani o polisilossani, resine metil-siliconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, ragie minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Si possono impiegare prodotti già parzialmente polimerizzati che subiscono ulteriore polimerizzazione tramite idrolisi una volta penetrati come i metil-etossi-polisilossani. Oppure impiegare sostanze già polimerizzate non più suscettibili di formare ulteriori legami chimici quali i metil-fenil-polisilossani. I polimeri siliconici hanno una buona stabilità agli agenti chimici, bassa tensione superficiale (in grado quindi di bagnare la maggior parte delle superfici con le quali vengono a contatto), stabilità alla temperatura e resistenza agli stress termici, buona elasticità ed alta idrorepellenza.

Si prestano molto bene per l'impregnazione di manufatti ad alta porosità, mentre si incontrano difficoltà su substrati compatti e poco assorbenti a causa dell'elevato peso molecolare, comunque abbassabile. Inoltre le resine metil-siliconiche a causa della bassa resistenza agli alcali sono da consigliarsi su materiali scarsamente alcalini.

In altri casi è possibile utilizzare le resine siliconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

*Silani* - Più esattamente alchil-alcossi-silani, pur avendo struttura chimica simile alle resine siliconiche differenziano da queste ultime per le ridotte dimensioni delle molecole del monomero (5-10 Å, uguali a quelle dell'acqua), la possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli o acqua (con la possibilità quindi di trattare superfici umide), la capacità di reagire con i gruppi idrossilici presenti nei materiali contenenti silicati (calce) che porta alla formazione di un film ancorato chimicamente al supporto in grado di rendere il materiale altamente idrofobo.

Sono pertanto monomeri reattivi polimerizzati in situ ad elevatissima penetrazione (dovuta al basso peso molecolare), capaci quindi di idrofobizzare i capillari più piccoli e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Sempre grazie al basso peso molecolare gli alchil-alcossi-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso, in casi particolari si possono utilizzare anche al 10%; ciò permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono comunque essere impiegati su supporti alcalini e silicei, risultano pertanto adatti per laterizi in cotto, materiali lapidei e in tufo, intonaci con malta bastarda. Da non impiegarsi invece su marmi carbonatici e intonaci di calce. Danno inoltre ottimi risultati: alchil-silani modificati sul travertino Romano e Trachite; alchil-silani idrosolubili nelle barriere chimiche contro la risalita capillare.

Non sono mai da impiegarsi su manufatti interessati da pressioni idrostatiche.

Oligo silossani - Polimeri reattivi a basso peso molecolare ottenuti dalla parziale condensazione di più molecole di silani. Sono generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, prepolimeri reattivi che reagendo all'interno del materiale con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliciche. Ne risulta un silano parzialmente condensato, solubile in solventi polari che si differenzia dal silano esclusivamente per le dimensioni molecolari da 2 a 6 volte superiori. Migliora così il potere di penetrazione rispetto alle resine siliciche, restando comunque inferiore nei confronti dei silani. I silossani oligomeri pertanto sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliciche, manifestando più alta penetrazione garantiscono una migliore protezione nel tempo di supporti compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline.

Organo siliconi - Gli idrorepellenti organosiliconici appartengono ad una categoria di protettivi idrorepellenti per l'edilizia costituiti da molecole di alchil-silani condensate con gruppi organici idrofili. Questo permette di ottenere sostanze idrorepellenti solubili in acqua, con soluzioni stabili per 3-6 mesi, facilmente applicabili e trasportabili. Vista la completa assenza di solventi organici non comportano alcun rischio tossicologico per gli applicatori e per l'ambiente. Inoltre l'utilizzo di protettivi diluibili in acqua permette di trattare supporti leggermente umidi.

#### **Art. 60 - Materiali per impianti idrico-sanitari**

Tutti i materiali, le componenti, gli accessori, le apparecchiature componenti gli impianti dovranno essere conformi alla normativa vigente e nello specifico a tutte le norme UNI.

Sarà sempre possibile prelevare sui materiali approvvigionati in cantiere campioni da sottoporre a prove e controlli da eseguirsi in laboratori di prova ufficiali, a spese dell'Appaltatore e nel numero che l'Amministrazione e la D.L. riterranno necessario, allo scopo di accertare se le caratteristiche dei materiali rispondano a quelle prescritte. L'esecuzione di tali prove dovrà rispettare la normativa UNI. L'Appaltatore si impegnerà ad allontanare dal cantiere tutti quei materiali riscontrati non idonei a seguito degli accertamenti eseguiti, anche se già posti in opera.

Tubi e raccorderia - I tubi in acciaio, saldati o senza saldatura, la loro zincatura dovranno sottostare alle prove prescritte oltre che alle norme UNI di riferimento (UNI 3824, 5754).

I raccordi saldati e non saldati saranno di ghisa malleabile, forniti grezzi o zincati e dovranno rispondere alle grandezze dimensionali definite dalle norme UNI 5192 e 5212.

I tubi in PVC dovranno corrispondere quanto stabilito nelle norme UNI 5443, 5444. I tubi di rame saranno della serie A UNI 6597, oppure B UNI 6597. Qualità del rame (Cu DHP UNI 549), dimensioni e spessore saranno rigorosamente conformi alla citata normativa UNI.

Tubi in polietilene ad alta densità saranno realizzati mediante polimerizzazione dell'etilene e dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle relative specifiche (PEad PN16) UNI 7611 tipo 312 per i tubi ad alta densità. Dovranno inoltre avere resistenza a trazione non inferiore a 9,8/14,7 N/mm<sup>2</sup> (100/150 kg/cm<sup>2</sup>), secondo il tipo (bassa o alta densità), resistenza alla temperatura da -50 °C a +60 °C ed essere totalmente atossici.

Contatori - Dovranno essere costruiti con materiali idonei e possedere ottime caratteristiche riguardo alla loro resistenza meccanica e strutturale.

I contatori per acqua fredda potranno essere a turbina o a mulinello e faranno riferimento alla seguente normativa UNI: - definizioni e prove UNI 1075, 1077; - dimensioni e quadranti UNI 1064, 1067; raccordi sulla tubazione UNI 1073, 1074, 2223, 2229.

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche simili a quelli per acqua fredda, ma i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C.

Rubinetti e valvole - Rubinetterie, accessori, valvole, dovranno essere conformi alla normativa UNI di riferimento. In ogni caso dovranno avere in posizione di chiusura una resistenza alla pressione statica non inferiore alle 15 atm, mentre in posizione di apertura completa, sotto carico di 0,5 atm, dovranno assicurare una portata minima di lt 5 al minuto. Per le prove di collaudo si farà riferimento alle norme UNI 6884 e 7125. Per le prove di aderenza dei riporti galvanici e per il cromo duro alle norme UNI 6405-69P e UNI 5344-64, per gli spessori alla norme UNI 6163-68.

Apparecchi igienico-sanitari - Tutti gli apparecchi, prodotti e finiti per uso idraulico-sanitario in materiale ceramico, metallico o plastico, dovranno essere conformi alle norme UNI.

Sono ammessi gli apparecchi in materiale ceramico se di prima scelta in porcellana dura (vitreous china) o grès porcellanato (fire clay) secondo le definizioni UNI 4542. Dovranno essere altresì conformi alla normativa per quanto concerne i requisiti di collaudo e di accettazione. Norme UNI 4543 per il materiale ceramico; norme UNI 5712-18, UNI 6722-25, UNI 7273 per gli smalti; norme UNI 6900 per gli acciai speciali.

Corpi scaldanti - I corpi scaldanti saranno ad elementi componibili in ghisa (oppure in alluminio), ventilconvettori ad acqua, radiatori a scarico bilanciato nella forma, dimensione e posizionamento specificati dal progetto termico.

I radiatori in ghisa (o alluminio) saranno posti in opera previa verniciatura con due mani di vernice antiruggine ed una vernice del tipo e colore definito dalla scala RAL; la mano a finire verrà applicata ad opere ultimate. I carter di ventilconvettori e radiatori a scarico bilanciato saranno verniciati a fuoco nel colore definito a progetto secondo la scala RAL. Tutte le verniciature sono incluse nell'appalto. I corpi scaldanti saranno corredati di valvola a doppia regolazione con volantino e detentore a vite, pannello di comando velocità, filtro aria. Si dovrà prevedere l'installazione di borchie di protezione all'uscita delle tubazioni dai tramezzi.

**Art. 61 - Materiali per impianti elettrici**

Apparecchiature e materiali da impiegarsi per la realizzazione di impianti elettrici dovranno essere in grado di resistere alle azioni che potranno subire una volta posti in esercizio quali azioni, corrosive, meccaniche, termiche o dovute all'umidità. Dovranno essere conformi alle norme ed ai regolamenti vigenti alla data della presentazione del progetto ed in particolare alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. I materiali inoltre dovranno essere certificati con la presenza del marchio IMQ per i casi in cui sia previsto.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato, potranno essere richiesti campioni a spese dell'Appaltatore, sempre che siano materiali di normale produzione.

Cavi e conduttori - I cavi utilizzati devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale non inferiore a 450/750 V. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V. I conduttori utilizzati per gli impianti dovranno avere quelle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di riferimento (CEI-UNEL 00722-74 e 00712). I conduttori di neutro dovranno avere colorazione blu chiaro; quelli di protezione il bicolore giallo-verde; i conduttori di fase nei colori nero, grigio (cenere) e marrone.

Le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse dovranno essere:

- mm<sup>2</sup> 0,75 per circuiti di segnalazione telecomando;
- mm<sup>2</sup> 1,5 per illuminazione, derivazione per prese a spina, per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- mm<sup>2</sup> 2,5 per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- mm<sup>2</sup> 4 per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale maggiore di 3,6kW.

Le sezioni minime dei conduttori neutri, di terra e protezione faranno riferimento alle norme CEI 64-8 ed alla seguente tabella:

<b>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio</b>  (mm) <sup>2</sup>	<b>Sezione minima del conduttore di terra facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b>  (mm) <sup>2</sup>	<b>Sezione minima del conduttore di terra non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b>  (mm) <sup>2</sup>
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	25 se protetto meccanicamente 4 se non protetto
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase	metà della sezione del conduttore di fase

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno mm 250, devono rispondere alla prova di propagazione del fuoco di cui alle norme CEI 30-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio devono possedere i requisiti di cui alle norme CEI 20-22.

Quando i cavi vengono installati in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

Qualora i cavi vengano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi. In questi casi si dovrà ricorrere all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione con i minimi di seguito elencati:

	sezione minima (mm <sup>2</sup> )
- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro, zinco)
- non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro, zinco)
- protetto meccanicamente	norme CEI 64-8/5 art. 543.1

Canalizzazioni - Tutti i conduttori dovranno essere protetti e salvaguardati meccanicamente. Tali protezioni potranno essere: tubazioni, canalette portacavi (di produzione o su disegno), passerelle, condotti o cunicoli esistenti o ricavati nella struttura.

Per tutti i sistemi di canali si applicheranno le norme CEI, per i sistemi di canali a battiscopa valgono le norme CEI 23-19. I canali metallici dovranno possedere i necessari collegamenti di terra (CEI 64-8). Le caratteristiche di resistenza al calore ed al fuoco devono soddisfare quanto previsto nelle norme CEI 64-8.

Comandi ed interruttori - Si potranno utilizzare apparecchi modulari e componibili sia ad incasso che a sporgere secondo le precise indicazioni di progetto e della D.L.

Gli interruttori dovranno avere portata di 16 A; negli edifici residenziali è ammesso l'uso di interruttori con portata 10 A; le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi in grado di realizzare impianti di segnalazione, di distribuzione sonora negli ambienti.

Materiali vari - Qualsiasi materiale da utilizzarsi dovrà essere adatto all'ambiente in cui andrà installato, oltre che essere di ottima qualità e rispondere a leggi e norme che ne regolamentano l'utilizzo. Potranno essere ordinati apparecchi e corpi illuminanti: da realizzarsi su disegno sempre nel pieno rispetto della normativa vigente, utilizzando componenti dotate dello specifico marchio IMQ.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori nel corso della realizzazione verificherà se i materiali impiegati e la loro messa in opera sono conformi a quanto stabilito dal progetto. Le verifiche dell'impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma CEI 64-8: art. 611. Esame a vista: art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi: Esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo. Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

Le prove consistranno nell'effettuazione delle misurazioni al fine di accertare l'efficienza dell'impianto. La misura sarà eseguita mediante una idonea strumentazione, le prove potranno riguardare:

- la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la separazione dei circuiti;
- la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici.

Al termine dei lavori si farà rilasciare un rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50 – UNI 9620, attestante che l'impianto è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

#### **Art. 62 – Materiali per impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione**

Tutti i dispositivi di rivelazione, di segnalazione locale, di teletrasmissione, di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3, 79-4.

Allo scopo di garantire la piena funzionalità di esercizio dovranno essere forniti conformemente all'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, n. 791.

Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, le apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità. Nei casi in cui le apparecchiature da impiegare non siano citate dalle norme

italiane, ma esistano specifiche norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) o internazionale (IEC) queste dovranno essere munite di una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Per assicurare la sicurezza d'uso, tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle prescrizioni CEI 12-13; anche in questo caso la rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti oppure da una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 1 marzo 1968, n. 186. Saranno considerate a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia dell'edificio, del locale o dell'impianto:

Le norme di riferimento sono le seguenti:

**CEI 12-13:** *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.*

**CEI 79-2:** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.*

**CEI 79-3 e variante VI:** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione.*

**CEI 79-4:** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.*

**CEI 64-8 (1987) e varianti V1 (1988) e V2 (1989):** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.*

**CEI 64-9 (1987):** *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.*

**CEI 64-10 (1988):** *Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e intrattenimento.*

**CEI 64-2 (1987):** *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*

**CEI S/423:** *Impianti di terra negli edifici civili – Raccomandazioni per l'esecuzione.*

**CEI 103-1 (1971) e variante V 1 (1987):** *Impianti telefonici interni.*

**CEI 64-5 0=UNI 9620:** *Edilizia residenziale – Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Ove applicabili, si farà riferimento alle disposizioni della legge 88/1984

### CAPO III INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

#### **Art. 63 – Indagini preliminari ai lavori di restauro - Generalità**

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. in relazione a controlli e collaudi in corso d'opera, 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". In presenza di manufatti di particolare interesse storico artistico 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) e riassunte qui di seguito:

- il campionamento deve essere effettuato solo su autorizzazione scritta dell'organismo che ha la tutela del manufatto
- il campionamento deve essere effettuato da chi eseguirà l'analisi o sotto la sua responsabilità
- il numero e l'entità dei prelievi devono essere minimi, compatibilmente con le finalità e rappresentatività. Essi dovranno comunque permettere una valutazione del fenomeno che si vuole investigare, se non su basi statistiche almeno tenendo presente l'influenza di variabili come la quota, l'esposizione, l'alternanza di zone dilavate e non dalla pioggia, ecc. Le zone di prelievo devono essere scelte tenendo conto della necessità di non disturbare in alcun modo l'estetica del manufatto.

Copia del piano di lavoro, redatto sulla base delle finalità definite inizialmente e accompagnato da completa documentazione del campionamento effettuato, deve essere consegnata all'organismo che tutela il manufatto e conservata nel relativo fascicolo. Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata la rimozione di qualsiasi residuo di lavorazione e la perfetta pulizia dei luoghi.

*Tecniche e strumenti* – Le indagini da effettuare sull'esistente potranno prevedere il prelievo di limitate porzioni del materiale da esaminare solo dietro specifica autorizzazione e quando, a parere della D.L. non sia possibile procedere in maniera differente al fine di acquisire nozioni indispensabili ai lavori di conservazione. In ogni caso non sarà autorizzato il ricorso sistematico a tecniche di tipo distruttivo. Le metodologie di indagine, infatti, verranno distinte e scelte in base alla loro effetto distruttivo al fine di privilegiare l'utilizzo delle tecniche non distruttive, o minimamente distruttive.

Le prove non distruttive si svolgeranno in situ senza la necessità di ricorrere a prelievi, mentre quelle minimamente distruttive andranno eseguite con prelievi di pochi grammi di materiale; questi ultimi potranno essere recuperati a terra, a seguito del loro avvenuto distacco, o in prossimità delle parti più degradate. L'appaltatore, in ogni caso, dovrà evitare che gli interventi apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con sollecitazioni di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva, ecc.), possono risultare dannosi se non andranno dosati opportunamente o se saranno usati in modo improprio.

Ogni tipo di indagine dovrà essere preventivamente concordata con la D.L. in relazione al tipo di lavori da effettuare e alla zona esatta in cui effettuare il prelievo. Particolari indagini ed analisi, ove richiesto, dovranno essere affidate ad istituti e laboratori specializzati che dovranno operare secondo la vigente normativa e conformemente alle più recenti indicazioni NORMAL o alle norme UNI Beni Culturali. La scelta degli operatori dovrà sempre concordata ed approvata dal progettista, dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene oggetto dell'intervento.

In relazione ai diversi tipi di controlli diagnostici previsti negli elaborati di progetto, l'appaltatore, laddove l'esecuzione dei saggi dovesse avvenire ad altezze non raggiungibili dall'operatore, dovrà realizzare tutte le opere accessorie (ponteggi, ed opere provvisorie) che potranno consentire il posizionamento delle attrezzature e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. Dovrà altresì provvedere, qualora il tipo di indagine lo richieda, alla fornitura di energia elettrica, e al ripristino delle parti interessate ai prelievi dei campioni ai fini degli accertamenti anche se queste opere non siano comprese in un intervento più generale sulle superfici. L'appaltatore deve provvedere, qualora non vi siano ponteggi in opera e qualora la verifica richieda interessi parti dell'edificio non altrimenti accessibili, a predisporre le opere provvisorie occorrenti per l'installazione dello strumento, per il controllo periodico, e per l'alimentazione elettrica necessaria alla centralina, qualora non autoalimentata tramite batteria. Nelle opere provvisorie saranno comprese tutte quelle opere, che in relazione alla diagnosi da effettuare, consentano di procedere all'esecuzione dell'indagine richiesta in piena sicurezza per gli operatori.

#### **Art. 64 – Rilievo fotografico e telerilevamento**

Verrà effettuato avvalendosi dei seguenti metodi ottici di osservazione e di ripresa superficiale:

1) RegISTRAZIONI fotografiche in luce visibile, U.V. e I. R.

*Le fotografie in luce visibile in B/N e a colori* – Costituiscono documenti importanti ai fini dei lavori di conservazione; in particolare quelle eseguite in luce radente mettono in evidenza lo stato delle superfici. L'appaltatore dovrà produrre una documentazione che consentirà di verificare ed integrare il rilievo al fine di mettere in evidenza particolari costruttivi e strutturali in relazione agli effetti delle patologie di degrado. Le fotografie a colori dovranno essere corredate da precise notazioni parametriche del sistema Munsell e dalle denominazioni con sistemi tipo ISCC NBS, e dovranno consentire l'ottenimento di dati oggettivi e confrontabili sulle caratteristiche cromatiche. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

*La fotografia in luce U.V. in riflessione ed in fluorescenza* – Col sistema in riflessione si illumina l'oggetto con lampade ad incandescenza, le quali emettono anche U.V. La pellicola fotografica registra la sola radiazione U.V. riflessa dalla superficie dell'oggetto in quanto la luce visibile è stata eliminata con appositi filtri. Col sistema in fluorescenza, illuminando con una radiazione U.V. una superficie, si eccita la fluorescenza di sostanze in essa contenute. La radiazione di fluorescenza impressiona la pellicola fotografica. Nei dipinti sono messi in evidenza i rifacimenti e i ritocchi.

*La fotografia in luce I.R.* – Poiché la radiazione infrarossa è meno assorbita da alcune sostanze, la fotografia all'infrarosso è usata per esplorare gli strati sottostanti a quelli superficiali. Nei dipinti, tra l'altro, mette in evidenza i rifacimenti. Richiede pellicole speciali e filtri per l'I.R.

La riflettografia I.R. si usa nei dipinti per rivelare il disegno sottostante lo strato pittorico. L'infrarosso riflesso è rivelato mediante una camera vidicon; l'immagine corrispondente si forma su un monitor, da cui può essere fotografata, oppure la si può registrare su nastro o disco.

L'appaltatore dovrà utilizzare pellicole fotografiche sensibili anche alle emissioni di radiazioni elettromagnetiche infrarosse (infrarosso vicino, invisibile all'occhio umano) al fine di evidenziare le discontinuità che, per caratteristiche proprie o del sistema, assorbono e diffondono il calore in maniera differente rispetto al contorno. Andranno impiegate solo utilizzando filtri rossi e sottoponendo le parti da rappresentare ad un preventivo ed omogeneo riscaldamento (artificiale o naturale) delle superfici. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare svolgere presso istituti e laboratori specializzati le seguenti analisi:

*Interferometria olografica.* – Per oggetti e per dipinti. Rivela i difetti e le anomalie delle superfici attraverso l'andamento di sistemi di frange di interferenza che appaiono nell'ologramma. Ologramma: immagine virtuale tridimensionale di un oggetto, che si ottiene con sorgenti laser.

*Radiografia X e V.* – Rivela la struttura interna degli oggetti. La radiazione  $\gamma$  assai più penetrante di quella X è usata per radiografare oggetti metallici molto spessi (ad es. sculture di bronzo).

*Emissiografia.* Gli elettroni emessi da una superficie colpita da radiazione X, impressionano una pellicola fotografica posta a contatto con tale superficie, formando un'immagine radiografica per emissione di radiazione.

*Autoradiografia per attivazione neutronica.* – Irraggiando un oggetto con neutroni, gli elementi presenti diventano debolmente radioattivi, ciascuno con un tempo di decadimento caratteristico. La radiazione emessa impressiona le lastre fotografiche che si pongono successivamente in contatto con l'oggetto ad opportuni intervalli di tempo.

2) *La fotogrammetria* – L'appaltatore dovrà fare effettuare la ripresa e la restituzione delle immagini depurandole dalle distorsioni causate dalle ottiche fotografiche. Nelle applicazioni più comuni potrà essere consentito l'impiego di banchi ottici per il raddrizzamento delle immagini (secondo un piano di coordinate cartesiane o sul montaggio di un gran numero di riprese raddrizzate). Il risultato dovrà produrre una rappresentazione fotografica in scala assonometrica su due dimensioni. Al fine di realizzare, se richiesto, la

visione assonometrica su tre dimensioni, dovrà ricorrere alle riprese aeree ed alla redazione di planimetrie quotate (rilievo aereofotogrammetrico) effettuandola lettura simultanea con obiettivi di diverso colore (magenta e ciano). Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

### **Art. 65 – Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive**

Il primo dato utile per l'accertamento delle alterazioni strutturali presenti nell'edificio sarà costituito dal rilevamento del quadro fessurativo. L'appaltatore dovrà eseguire il rilievo evidenziando nella restituzione grafica, le variazioni della geometria, i fuori squadra, i fuori piombo, le variazioni della morfologia correlabili allo stato di alterazione della struttura. La correlazione di tali modificazioni della geometria dell'edificio con la conoscenza di trasformazioni storicamente avvenute sull'edificio, dovrà fornire tutti i dati utili sulle cause di tali alterazioni. Una volta individuati i punti critici da controllare, la successiva esecuzione delle indagini localizzate dovrà permettere l'accertamento delle patologie evidenziate nelle fasi precedenti di analisi e fornire ulteriori dati a sostegno dell'intervento.

Le analisi da eseguire ai fini dell'accertamento delle condizioni di equilibrio della fabbrica, possono dividersi in prove relative al:

#### *1. – Rilevamento e controllo delle alterazioni dell'equilibrio statico*

La determinazione delle alterazioni morfologiche della struttura dovrà rilevare e fornire tutti i dati relativi alle modificazioni dell'equilibrio strutturale della fabbrica. Insieme alla corretta lettura del quadro fessurativo esistente, in cui la forma e la posizione delle lesioni dovranno fornire le indicazioni sui movimenti compiuti dalla costruzione, l'appaltatore eseguirà il controllo degli spostamenti e della perpendicolarità delle superfici, sia nel caso che questi fenomeni siano avvenuti in un determinato periodo di tempo e si siano arrestati, sia nel caso che questi siano sintomatici di un fenomeno alterativo ancora in atto.

*1.1. Verifiche sulla orizzontalità delle superfici* – Le verifiche sulla orizzontalità dovranno essere eseguite con i prescritti strumenti di tipo topografico (livelle, tacheometri, teodoliti). L'uso di livelle ottiche sarà limitato ai casi in cui l'accertamento riguarda le parti facilmente accessibili della costruzione; l'appaltatore eseguirà la verifica posizionando agli intervalli prestabiliti dalla D.L. le stadie di misura posizionandole verticalmente. La differenza altimetrica del piano orizzontale fra diverse basi di misura, indicherà le alterazioni subite dal piano orizzontale, e quindi i cedimenti del piano basale.

L'appaltatore utilizzerà i tacheometri ed i teodoliti, nei casi in cui l'accertamento riguarda le parti inaccessibili, procedendo per successive triangolazioni, ricavando trigonometricamente l'eventuale alterazione della orizzontalità previa l'esatta conoscenza degli angoli e della distanza fra la strumentazione ed i punti da rilevare. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

*1.2. Verifiche sulla verticalità della superficie* – L'appaltatore, oltre all'uso del teodolite o tacheometro come descritto al punto 1.1, dovrà impiegare, ove prescritto, delle specifiche inclinometri monoassiali e biassiali, (questi strumenti si prestano per la valutazione d'eventuali rotazioni della struttura; la versione monoassiale esegue una misura di variazione d'angolo in una sola direzione nel piano XZ, mentre la versione biassiale su due direzioni ortogonali nei piani XZ e YZ, permettendo di valutare, mediante una composizione vettoriale, variazioni nella reale direzione), atti ad accertare se i movimenti (fuori piano) dall'asse verticale siano dovuti a rotazioni delle pareti, ad inflessioni causate dalle spinta di archi o di volte o a inflessioni delle murature dovute ad altro genere di fenomeni.

L'appaltatore provvederà al corretto posizionamento degli inclinometri collegando la corda di acciaio armonico contenuta all'interno dello strumento alla base fissa e posizionandoli in modo stabile alla superficie da indagare tramite l'ausilio di una basetta metallica o cementizia e di bulloni. L'eccitazione della corda di acciaio armonico, letta da un gruppo di eccitazione, verrà ricondotta, tramite un passaggio matematico ad una variazione angolare che fornirà la variazione di verticalità desiderata. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

*1.3. Controllo e monitoraggio sulle variazioni nelle lesioni* – L'appaltatore eseguirà il controllo della mobilità di un quadro fessurativo al fine di determinare se la causa delle alterazioni è attiva o se è collegabile ad un fenomeno avvenuto in precedenza ed ormai inattivo.

Essendo la struttura muraria capace di deformarsi plasticamente, senza determinare l'immediato collasso, e di trovare un nuovo assetto di equilibrio, diverso dall'originario, ma capace di garantire una ridotta stabilità, ne consegue che la verifica di tale fattore dovrà rappresentare un parametro utile per calibrare l'intervento di riparazione o di consolidamento. Le metodologie da impiegare per il controllo degli eventuali movimenti di preesistenti lesioni saranno ottenute con appositi strumenti: deformometri, estensimetri, e più dettagliatamente tramite il monitoraggio strutturale in continuo. Tali strumentazioni dovranno essere in grado di fornire dati qualitativi (esistenza o no di evoluzione del quadro fessurativo esistente) e di fornire dati quantitativi degli spostamenti. Le strumentazioni dovranno essere fissate tramite sensori di misura da posizionare a cavallo delle lesioni e dovranno consentire l'esecuzione di letture e di controlli periodici o in continuo (per il monitoraggio strutturale) degli eventuali spostamenti relativi dei punti fissi predisposti inizialmente.

a) *Fessurimetri e crepometri* – L'appaltatore dovrà applicare, con i sistemi previsti dall'azienda produttrice (stucchi epossidici, mastici adesivi, tasselli o altro) i fessurimetri completi di un comparatore con ingranaggi inox, piastrine in acciaio numerabili a coppie, appositi marcatori per numerare e piazzare le dime di base (15 cm) con una scala di lettura da 0.01 mm ed adatti al:

- rilievo su superfici piane di movimenti verticali od orizzontali anche simultanei;
- rilievo di lesioni agli angoli soggetti a movimenti bi-direzionali;
- rilievo di cedimenti o di assestamenti di pavimenti rispetto alle murature;
- misura della differenza di planarità di qualsiasi superficie lesionata;
- misura dei movimenti di crepe e di fessure su superfici piane.

L'appaltatore, pulita la sede di applicazione, posizionerà la dima a cavallo della lesione fissando la coppia di piastrine. In seguito applicherà i riferimenti del crepometro sulle piastrine.

b) *Potenzimetri* – L'appaltatore utilizzerà potenziometri (trasduttori a resistenza elettrica variabile) composti da un contatto scorrevole (sliding point) e da un avvolgimento (winding) realizzato tramite una spirale di filo conduttivo avvolta attorno ad un'anima non conduttiva. I segnali di uscita (output signals) si otterranno imponendo una tensione nota alla resistenza complessiva e misurando la tensione di uscita che sarà proporzionale alla frazione della distanza che il punto di contatto ha percorso, in virtù dello spostamento, lungo l'avvolgimento. Il segnale di uscita derivato dal punto di contatto scorrevole sarà per forza di cose discreto e la risoluzione dello strumento sarà limitata dal numero di spire per unità di lunghezza. Una accurata e miniaturizzata esecuzione meccanica consentirà una più alta risoluzione e precisione.

c) *Deformometri* – L'appaltatore applicherà i due alloggiamenti dell'attrezzo a pasticca in acciaio (la distanza sarà stabilita dalla misura delle barre con comparatore e pari a 100, 150 o 200 mm), realizzati con un lato troncoconico concavo da alloggiare in modo fisso (con resina bicomponente) a cavallo della lesione da monitorare, ed a una distanza determinata, tramite una dima di fissaggio avente la lunghezza corrispondente alla posizione iniziale del comparatore millesimale. La verifica verrà effettuata attraverso una barra d'acciaio invar provvista di un comparatore millesimale, ed alle estremità, di una punta fissa e di un'altra mobile. La lettura verrà effettuata sovrapponendo alle pasticche dei punti di misura fissati alla barra con il comparatore. In caso di variazione della distanza dei due punti fissati a cavallo della lesione, lo spostamento sarà misurato dal movimento della punta mobile collegata al comparatore, consentendo così di verificare e misurare lo spostamento avvenuto. La lettura dovrà essere periodica e le sole parti fissate in sede sono costituite dalle due pasticche di acciaio. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

d) *Estensimetri* – Il principio di funzionamento è analogo al precedente, essendo il rilevamento dello spostamento misurato per variazione della distanza relativa tra due punti iniziali a cavallo della lesione. A differenza dei deformometri, l'appaltatore posizionerà gli estensimetri in modo fisso alla parete; la lettura degli spostamenti avverrà, come nel caso precedente, in maniera periodica. Il sistema si basa sulla tesatura di una corda di acciaio armonico, contenuta all'interno dello strumento, che trasmette un segnale ad un gruppo di eccitazione. Tale segnale, rilevato tramite una centralina di lettura traduce, i dati in misure degli spostamenti. Il confronto fra la lettura iniziale e quella attuata al momento delle letture periodicamente eseguite consentirà di determinare l'esistenza e l'entità degli spostamenti avvenuti. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta. Oltre agli estensimetri a corda vibrante, se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore dovrà utilizzare estensimetri elettrici conformemente alle seguenti norme UNI:

**UNI 10478-1:1996** – *Prove non distruttive. Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza. Termini e definizioni.* Questa fornisce i termini e le relative definizioni dei componenti e delle caratteristiche degli estensimetri elettrici a resistenza, e le definizioni riguardanti le principali caratteristiche circuitali di uso comune nell'estensimetria elettrica.

**UNI 10478-2:1998** – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Scelta degli estensimetri e dei componenti accessori.* La norma fornisce i criteri per la scelta dei componenti dell'installazione estensimetrica (estensimetro elettrico a resistenza, adesivo, protettivo, materiale di saldatura, cavi di collegamento) in relazione all'applicazione (condizioni ambientali e di prova).

**UNI 10478-3:1998** – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Installazione estensimetrica e sua verifica.* La norma fornisce le indicazioni per l'esecuzione e la verifica di una installazione estensimetrica, comprese le fasi di preparazione, applicazione, collegamento e protezione.

**UNI 10478-4:1998** – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Circuiti di misura, elaborazione e presentazione dei risultati.* La norma descrive i circuiti di misura, la correzione dei risultati, la loro elaborazione e presentazione con riferimento al controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza.

**UNI 10478-5:1998** – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Controllo delle caratteristiche.* La norma fornisce le procedure per la determinazione di alcune caratteristiche di funzionamento dell'estensimetro elettrico a resistenza.

Essa fornisce inoltre le procedure statistiche per confrontare le caratteristiche rilevate dal produttore e dall'utente.

*1.4. Monitoraggio strutturale in continuo* – Applicando in corrispondenza delle lesioni, o comunque dei punti critici, opportuni trasduttori di spostamento, l'appaltatore dovrà registrare l'andamento nel tempo di aperture/chiusure, scorrimenti di taglio e scostamenti fuori del piano di giacenza, rotazioni di maschi murari e di elementi strutturali portanti in c.a. ed i cedimenti degli stessi. L'attività di monitoraggio in continuo, intesa come attività di misura ad intervalli predeterminati, potrà essere richiesta, per strutture che presentino aree di crisi evidenti come fessurazioni e/o dissesti visivamente individuabili, attraverso le seguenti tipologie d'indagine:

- valutazione dell'evoluzione del dissesto per definire la opportunità di un intervento di consolidamento e le relative modalità di messa in opera dell'intervento stesso;
- controllo, durante l'intervento di risanamento e/o consolidamento, per la continua valutazione sia dell'efficacia dello stesso, sia di eventuali ed indesiderati effetti collaterali;
- verifica della risposta di una struttura all'intervento di risanamento e/o consolidamento già effettuato.

Per un efficace espletamento del servizio di monitoraggio l'appaltatore potrà impiegare sia trasduttori disponibili su mercato, che trasduttori appositamente sviluppati per specifiche applicazioni. Per le misure di spostamenti relativi tra due parti si userà i potenziometri (LVDT).

Per il controllo dell'apertura (o della chiusura) dei lembi di una lesione, oltre ai sensori di spostamento relativo (biffe estensimetriche, fessurimetri appositamente sviluppati per l'applicazione in oggetto) particolarmente adatti a rilevare piccole deformazioni e caratterizzati dall'assenza di parti in movimento, relativamente alla valutazione dell'evoluzione del quadro fessurativo in termine di proliferazione delle lesioni, si potranno utilizzare metodi fotogrammetrici basati su programmi software di elaborazione delle immagini fotografiche, tarate con rilevamenti topografici. Per la misura di cedimenti di complessi strutturali, in cui le parti in moto relativa si trovano ad una distanza tale da non poter usare i sensori di spostamento sopra descritti, si dovrà fare riferimento alla livellazione ottica o a metodi assestometrici.

Per le misure di rotazioni assolute di elementi strutturali utilizzerà inclinometri da parete.

Tutti i sensori dovranno essere in grado di trasformare le grandezze meccaniche in segnali elettrici (tensione o corrente), che una volta elaborati (amplificati, filtrati e trasformati da analogici a digitali) verranno memorizzati, a cadenza predefinita, su di supporto di massa.

Tutto ciò avverrà attraverso diverse tipologie di sistemi di acquisizione, alcuni dei quali appositamente implementati per soddisfare a particolari esigenze applicative. Nel caso in cui il numero dei sensori sia elevato dovrà impiegare sia un sistema centralizzato sia più sistemi modulari dislocati nei vari punti della struttura, tutti comunque facenti capo ad un acquirente centralizzato, con collegamento via modem per lettura a distanza. Se richiesto utilizzerà un sistema di commutazione a relais comandato via software da un PC in grado di gestire fino ad un numero di 18 sensori anche a distanza di 300 m nella trasmissione del segnale.

In assenza dell'alimentazione di rete o per le applicazioni localizzate dove il numero richiesto di sensori sarà limitato (4 sensori in continua dislocati non molto distanti tra loro), l'appaltatore potrà utilizzare un sistema più semplificato in cui i dati, dopo essere stati acquisiti e condizionati, verranno memorizzati, a cadenza prestabilita, su memoria non volatile riscrivibile; le letture verranno effettuate periodicamente tramite un collegamento seriale ad un PC portatile esterno. Il sistema si basa su un microprocessore ad 8 bit che gestisce le seguenti periferiche:

- un real time clock per la temporizzazione delle fasi di acquisizione un sensore di temperatura interno con risoluzione pari a 0.5°C;
- un multiplexer ad otto canali un convertitore a/d a 12 bit e tempo di conversione pari a 10 ms;
- un generatore di tensione di riferimento interna per la conversione a/d un circuito di adattamento per la linea seriale;
- una memoria non volatile riscrivibile di tipo EEPROM
- quattro moduli di condizionamento (uno per ogni sensore).

Per applicazioni più particolari dovranno essere utilizzati sistemi predisposti appositamente per le prove di carico su solai ed in grado di gestire fino ad otto canali indipendenti collegati con trasduttore potenziometrico o sistemi a 36 canali adatti alla verifica di tolleranze superficiali di profili alari.

Prima di posizionare le strumentazioni prescritte, l'appaltatore dovrà eseguire la dismissione degli eventuali rivestimenti di intonaco e la messa a nudo delle lesioni. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

*1.5. Indagini soniche mediante fonometri* – Per queste indagini l'appaltatore utilizzerà dei fonometri costituiti da una sorgente di emissione di onde, da un captatore dell'energia sonora (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore. Con tale strumentazione l'appaltatore rileverà la deformazione delle onde elastiche in un corpo sollecitato a compressione e/o a taglio: la velocità di propagazione delle onde elastiche diminuisce infatti con la diffusione delle stesse in un corpo; la diminuzione è maggiore se vi è una diminuzione dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate saranno in funzione delle caratteristiche e delle condizioni di integrità della muratura. In particolare le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico. I fonometri potranno

essere impiegati per verificare le condizioni di integrità di una muratura e del suo rivestimento, anche se non sarà semplice distinguere i dati relativi all'una e all'altro. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

**Indagini ultrasoniche** – Questa indagine dovrà consentire di conoscere con buona approssimazione la qualità e l'eterogeneità dei materiali da costruzione (pietre, mattoni, intonaco), sia che la prova venga eseguita in opera che su di un campione. Il metodo di misura si basa sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto. Le misure si effettuano mediante strumentazioni elettroniche composte da un'emittente a frequenza fissa, piezoelettrica, da un cronometro di grandissima precisione (al decimo di milionesimo di secondo) e da un oscilloscopio che visualizza il segnale acustico che ha attraversato il materiale.

Potranno essere richieste tre tipi di misure: le misure della velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza.

Le prime dovranno essere condotte in modo da consentire la localizzazione delle alterazioni superficiali del materiale; le seconde di accertare l'omogeneità del materiale a diversa distanza dalla superficie e saranno possibili quando sia la superficie interna sia quella esterna sono accessibili; le misure in trasparenza dovranno essere condotte in modo di potere esaminare il materiale in tutto il suo spessore.

Le frequenze utilizzate saranno comprese generalmente fra 0,5 e 15 MHz: le onde a bassa frequenza penetrano maggiormente in profondità rispetto a quelle ad alta frequenza, che danno però una risoluzione migliore. Con le indagini ultrasoniche dovrà essere possibile determinare il grado di omogeneità di un materiale, la presenza di vuoti o di fessure, la presenza ed il numero degli strati sovrapposti di materiale, il modulo elastico ed il rapporto dinamico di Poisson. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

### **Art. 66 – Indagini per determinare le caratteristiche tensionali di materiali e murature**

#### NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

**UNI EN 1052-1:2001** – *Metodi di prova per muratura – Determinazione della resistenza a compressione.*

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea **EN 1052-1** (edizione settembre 1998). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a compressione della muratura. Vengono date indicazioni circa la preparazione dei provini, il condizionamento richiesto prima della prova, la macchina di prova, il metodo di prova, il metodo di calcolo e i contenuti del resoconto di prova.

**UNI EN 1052-2:2001** – *Metodo di prova per muratura – Determinazione della resistenza a flessione.* La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1052-2 (edizione agosto 1999). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a pressione di piccoli campioni di muratura secondo i due assi principali. Le indicazioni sono date per la preparazione dei campioni, il condizionamento, la macchina e la procedura di prova nonché i metodi di calcolo e del contenuto del resoconto di prova.

**UNI 9724-8:1992** – *Materiali lapidei. Determinazione del modulo elastico semplice (monoassiale).* Ha lo scopo di stabilire le modalità di determinazione della curva sforzi–deformazioni e del modulo elastico (o modulo di Young) in compressione semplice (monoassiale) dei materiali lapidei.

#### APPARECCHIATURA, PROVINI, PROCEDIMENTO, ESPRESSIONE DEI RISULTATI, RESOCONTO DI PROVA

**1.1. Carotaggi.** L'appaltatore eseguirà i prelievi di "carote" di materiale da sottoporre a prove di laboratorio (distruttive), finalizzate sia alla determinazione della resistenza a compressione, flessione, trazione e taglio di materiale del materiale componente la muratura che alla verifica di lavori eseguiti. L'estrazione della carota dovrà essere eseguita esclusivamente tramite carotatrici a sola rotazione e, dietro prescrizione della D.L. in presenza o assenza di acqua, al fine di disturbare il meno possibile le condizioni della struttura. Il diametro dei carotaggi sarà quello stabilito dalla D.L. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

**1.2. Martinetti piatti (flat jacks).** L'appaltatore dovrà eseguire la determinazione in situ dello stato di sollecitazione, delle caratteristiche di deformabilità e resistenza, della resistenza al taglio di una parete muraria tramite l'utilizzo di specifici martinetti piatti adatti all'esecuzione di prove non distruttive o limitatamente distruttive. Dovrà quindi eseguire i tagli in corrispondenza dei giunti di malta ed effettuare la determinazione dei parametri richiesti imponendo una pressione localizzata nel campione murario di dimensioni pari a circa 50 x 50 cm, compreso fra i due martinetti per la determinazione del modulo di elasticità o della misurazione della resistenza del materiale. Le dimensioni dei martinetti andranno diversificate in relazione alla muratura e saranno comprese, per quelle a base quadrata utilizzabili per le murature laterizie, fra dimensioni pari a 12 x 12 cm, 24 x 12 cm, 40 x 20 cm, con uno spessore pari a 8 mm. Le dimensioni ed il tipo dei martinetti saranno stabilite dalla D.L. in funzione dell'elemento strutturale che si dovrà indagare (martinetti di piccole dimensioni per elementi strutturali puntuali quali pilastri, archi e volte, di maggiori dimensioni per porzioni di muratura continua). Le tipologie potranno variare anche in funzione del tipo di muratura esistente, impiegando quelli rettangolari per le murature o gli elementi laterizi, in cui il taglio potrà essere eseguito anche con un semplice trapano; quelli

a terminazione curvilinea saranno utilizzati per gli elementi lapidei. Per queste ultime il taglio verrà realizzato tramite dischi metallici diamantati; la profondità del taglio va incrementata, nel caso di murature irregolari e disomogenee, per ottenere valori significativi.

a) *Misura dello stato di sollecitazione.* A differenza delle prove distruttive eseguite tramite prelevamento di campioni da analizzare in laboratorio, l'uso dei martinetti piatti dovrà consentire la verifica dello stato di sollecitazione sulla parete muraria, in relazione alle reali situazioni di carico in cui viene a trovarsi l'edificio. La determinazione della sollecitazione verrà effettuata rimuovendo un giunto di malta, ed inserendovi, ortogonalmente alla muratura, un martinetto piatto, previo posizionamento di deformometri o di estensimetri elettrici, capaci di rilevare la variazione della deformazione raggiunta in seguito al conseguente rilascio della muratura. Posizionato lo strumento di misura si imporrà, tramite il martinetto, una tensione tale da riportare alle condizioni iniziali la misura del giunto, determinando in tal modo lo stato di sollecitazione presente. La D.L. potrà richiedere l'uso di questo sistema anche in relazione al controllo delle opere eseguite. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

b) *Determinazione delle caratteristiche di deformabilità (stima del modulo elastico E).* Nel caso di elementi anisotropi, quali le murature, la determinazione delle caratteristiche di deformabilità, andrà ottenuta eseguendo la prova su un campione murario delimitato da due martinetti, posti parallelamente, in modo da delimitare un campione di muratura di altezza pari a circa 50 cm e di base pari alle dimensioni dei stessi martinetti. L'appaltatore collocherà i due martinetti, in modo tale che questi possano permettere di applicare al campione interposto uno stato di sollecitazione monoassiale. La corretta collocazione di estensimetri elettronici o di basi di misura per comparatori millesimali rimovibili, installati sulla superficie libera del campione, dovrà consentire la misurazione delle deformazioni assiali e trasversali del campione murario preso in considerazione. Per la determinazione del Modulo Elastico l'appaltatore dovrà impiegare martinetti di dimensioni maggiori, poiché quelli di dimensioni minori forniscono valori scarsamente affidabili (sovrastima dei valori). Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

c) *Determinazione delle caratteristiche di resistenza a compressione.* La prova con i martinetti potrà essere impiegata anche al fine di determinare i valori di resistenza a compressione ed a taglio delle murature. In questi casi l'appaltatore dovrà tenere sotto costante controllo la muratura in quanto, essendo necessario portare il campione in stati prossimi alle condizioni di rottura, la prova potrà determinare localizzati stati fessurativi limitatamente alla porzione muraria indagata. Il numero e la localizzazione del campione da prendere in esame dovrà, quindi, essere accuratamente concordato con la D.L. La prova dovrà fornire un completo diagramma della curva sforzi-deformazioni misurata nel punto di prova. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

d) *Determinazione della resistenza al taglio lungo i ricorsi della malta.* Dopo avere inserito, analogamente alla prova a compressione, i due martinetti parallelamente sulla muratura, l'appaltatore dovrà provvedere a fare estrarre un mattone, un concio o altro elemento della muratura sostituendolo con un martinetto idraulico, di idonee dimensioni ed adatto l'applicazione della sollecitazione a taglio. Tramite il martinetto dovrà applicare una sollecitazione di taglio al mattone adiacente. Tramite una serie di trasduttori elettrici sarà possibile determinare gli scorrimenti relativi del mattone sottoposto alla prova rispetto a quelli adiacenti e le deformazioni in direzione perpendicolare ai corsi malta. Eseguendo la prova con diversi valori di sollecitazione normale dovrà essere possibile determinare il valore dell'angolo di attrito interno. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.

Il riferimento normativo agli standards tecnici per l'esecuzione di tali prove si rifà alle norme ASTM e RILEM. In riferimento alla prova con martinetti piatti le norme che la disciplinano sono rispettivamente, in relazione alla prova con un martinetto piatto per il rilievo dello stato di sforzo locale ed alla prova con due martinetti piatti per la determinazione delle caratteristiche meccaniche le seguenti:

**ASTM – C1196-92(1997)** – *Standard Test Method for In Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements.*

**ASTM – C1197-92(1997)** – *Standard Test Method for In Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method.*

**RILEM LUMD.2.** – *In-situ stress tests on masonry based on the flat jack, 1991.*

**RILEM LUMD.3.** – *In-situ strength/elasticity tests on masonry based on the flat jack, 1991.*

1.3. *Prove sclerometriche.* Prove qualitative atte a determinare lo stato tensionale delle murature con indagine indiretta non distruttiva e qualitativa. La diagnosi indiretta tramite lo sclerometro fornisce dei parametri non sufficientemente affidabili ma utili a definire una diversità qualitativa fra parti della costruzione diversamente sollecitate. Lo sclerometro consente di determinare la durezza di un materiale, cui viene correlato poi il parametro della resistenza a rottura del materiale, tramite il rimbalzo di una massa battente, scagliata sulla superficie.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere eseguite da 5 a 10 battute, da cui verrà ricavato un valore medio. Questa prova presenta il vantaggio rispetto le precedenti di essere più economica e facilmente eseguibile; può essere considerata una moderna elaborazione della vecchia modalità empirica utilizzata in passato, in cui si riconosceva lo stato di maggiore o minore sollecitazione di una porzione muraria a

seguito del suono più o meno sordo che la battitura con un martello della muratura provocava. Le battute verranno eseguite, previa la rimozione dell'intonaco di superficie sui punti da sottoporre a verifica.

**Art. 67 – Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi**

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare eseguire indagini passive al fine di registrare e di quantificare fenomeni fisici rilevabili in assenza di sollecitazioni quali: le riprese con strumenti ottici, anche ricorrendo a pellicole speciali, la magnetometria, che analizzerà dall'esterno particolari aspetti fisici, senza rendere necessarie ulteriori sollecitazioni, la ferromagneticità naturale, che permetterà di determinare presenza, dimensione, geometria e consistenza di materiali metallici.

Potranno anche essere richieste indagini attive tramite tecniche che richiederanno l'utilizzo di piccole sollecitazioni artificiali di vario genere (meccaniche, elettriche, termiche, acustiche) in relazione ai fenomeni da rilevare.

Altre indagini potranno essere condotte con strumenti che agiscono sia in modo attivo che passivo come la termovisione, che è un sistema efficace anche senza sollecitazioni dirette sull'oggetto. Questa tecnica offrirà i risultati migliori quando la superficie da indagare sarà preventivamente riscaldata apportando le temperature approvate dalla D.L.

L'appaltatore dovrà utilizzare, ove richiesto, idonei sistemi per la misurazione della temperatura, dell'umidità relativa e della superficie di un materiale per l'identificazione e la quantificazione dei parametri relativi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti; la magnetometria; il rilevamento fotografico che potrà richiedere l'applicazione della fotografia normale, IR, parametrizzata fotogrammetrica, termo-visiva o endoscopica.

*1 – Indagini atte a rilevare la presenza di stratificazioni storico/costruttive dell'edificio*

*a) Indagini termografiche* – La termovisione dovrà consentire la visualizzazione di immagini non comprese nella banda del visibile (radiazioni elettromagnetiche comprese tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese nel campo dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5 mm per le shortwave (onde corte) e fra 8 e 12 mm per le longwave (lontano infrarosso).

Gli accertamenti di stratificazioni costruttive preesistenti sono ottenibili tramite strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso, meno disturbati dalle lunghezze d'onda del visibile (p.e. colori delle superfici).

All'appaltatore potrà essere richiesta l'indagine termografica al fine di valutare degrado dei rivestimenti evidenziando le discontinuità dei distacchi e le stratigrafie o per indagini in profondità sulle murature; l'appaltatore dovrà, quindi, riconoscere e determinare le stratificazioni delle differenti fasi costruttive della fabbrica individuando, sotto l'intonaco esistente, tutti gli elementi esistenti e realizzati con materiali differenti: chiusure di porte e di finestre, tipologie della tessitura muraria, cavità, discontinuità strutturali, canne fumarie, elementi strutturali (pilastri, architravi, archi di scarico) distacchi, cavità.; potrà anche essere richiesto di individuare l'andamento delle dispersioni termiche, il posizionamento delle tubazioni e degli impianti, il riconoscimento di zone interessate da fenomeni di umidità.

Macchie di colore più scuro o più chiaro riveleranno la presenza di umidità localizzata, in quanto le zone asciutte e quelle umide daranno luogo a differenti flussi di emissione termica. L'appaltatore dovrà, se richiesto, individuare, sugli intonaci e sui litotipi calcarei, le parti solfatate, dove la temperatura è differente rispetto a quella delle parti carbonatiche, dovrà evidenziare le parti di intonaco distaccate dal supporto (riconoscibili in base a diversi valori emissivi) ed ogni elemento che, grazie al peso specifico diverso dal materiale circostante evidenzia la presenza di altri materiali (pietre, zanche, travi in legno).

La termografia dovrà permettere di integrare i rilievi metrici con specifiche mappe tematiche relative alle le fughe termiche (ponti termici e zone di condensa), alle discontinuità strutturali, all'umidità, al quadro fessurativo ed alle azioni dei biodeteriogeni.

All'appaltatore potrà essere richiesto di utilizzare un monitor con immagini in bianco e nero con una scala di tonalità dei grigi dove le tonalità scure indicheranno le zone fredde e quelle chiare le zone calde; ove prescritto dagli elaborati di progetto dovrà invece fornire un termogramma prodotto su di un monitor a falsi colori, dotato di una scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato sia le temperature assolute di ogni colore.

Delle immagini ottenute a video dovrà produrre il numero richiesto di stampe fotografiche (tipo Polaroid) oppure dovrà realizzare la digitalizzazione delle immagini tramite specifiche elaborazioni al computer. Le immagini riprese, effettuate per singoli termogrammi, possono essere richieste anche in sequenza di accostamento, rese perpendicolari alla superficie da analizzare tramite posizionamento su apposito cavalletto, in modo da realizzare tramite successiva mosaicatura, ottenuta tramite comuni software di gestione immagini (Adobe Photoshop, Corel Draw, ecc.), un'immagine termica continua.

Se è richiesta l'immagine digitalizzata questa dovrà essere stampata e rielaborata per esaltare la lettura interpretativa dei dati registrati, attraverso un apposito software fornito dalle case produttrici.

Ad ogni materiale, caratterizzato da uno specifico comportamento termico, compete una altrettanto specifica emissione di calore consistente in radiazioni elettromagnetiche. La telecamera registra tali emissioni, le rimanda ad un elemento ad alta sensibilità, un rivelatore IR che necessita di una temperatura d'esercizio stabile ed il più bassa possibile.

In alcuni casi, laddove le superfici da rilevare non siano riscaldate per irradiazione solare diretto (superfici esterne esposte a Nord o a Sud/Sud-Est; superfici in ombra; spazi interni) l'appaltatore dovrà, ai fini del rilevamento, riscaldarne la superficie.

Il riscaldamento dovrà essere eseguito con termoconvettori, capaci di diffondere uniformemente il calore sulla superficie e di consentire in tal modo alla strumentazione la corretta lettura del fenomeno. L'uso di lampade ad infrarosso, comporterà invece un riscaldamento meno omogeneo e, quindi, meno efficace ai fini del rilevamento dei dati.

Per migliorare o per consentire alcune riprese dovranno essere utilizzati sistemi di raffreddamento criogenici che impiegano azoto liquido ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) o argon ( $-186^{\circ}\text{C}$ ), sistemi termoelettrici ( $-70^{\circ}\text{C}$ ) o a cicli frigoriferi – ciclo stirling – ( $-197^{\circ}\text{C}$ ).

**UNI 10824-1:2000 – 29/02/2000 – Prove non distruttive – Termografia all'infrarosso – Termini e definizioni.**

*b) Indagini endoscopiche* – L'appaltatore dovrà adoperare endoscopi elettronici o a fibre ottiche adatti per raggiungere le cavità inaccessibili, grazie ai loro diametri piccoli, (da qualche centimetro a pochi millimetri), al fine di consentirne l'osservazione diretta.

Saranno dotati di sistema di illuminazione dell'area e di idonei sistemi fotografici o di registrazione applicati all'oculare. Tramite questo sistema l'appaltatore dovrà esaminare condotte o parti cave di piccole dimensioni quali condutture di impianti, intercapedini, strutture nascoste, cavità situate nella muratura, canne fumarie, appoggi di solai ecc.; al fine di agevolare l'uso degli endoscopi l'appaltatore dovrà effettuare, dietro specifiche direttive della D.L. piccoli carotaggi. L'appaltatore sarà tenuto a fornire una soddisfacente documentazione fotografia o filmata sull'indagine svolta restituendo le informazioni ottenute nella forma richiesta.

*c) Indagini magnetometriche* – L'appaltatore utilizzerà i sistemi magnetometrici per l'individuazione dei materiali ferrosi inglobati in altri materiali o per individuare i punti di discontinuità del campo magnetico sfruttando il principio dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente elettrica e viceversa. A tal fine potrà utilizzare un metal-detector composto da un oscillatore che genera la corrente ad alta frequenza attraverso una bobina. In presenza di metalli registrerà un forte assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. Se richiesto utilizzerà modelli muniti di una bobina con emissioni a frequenza costante; in questo caso il campo magnetico sarà intercettato da una seconda bobina, posta perpendicolarmente alla prima. In presenza di metalli il campo si deformerà e tale deformazione verrà registrata dalla seconda bobina e lo strumento sarà in grado di rilevare metalli a distanze o profondità maggiori rispetto al primo tipo, senza tuttavia fornire informazioni sulla geometria degli oggetti individuati. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore sarà tenuto a rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore ed a segnalare i rinvenimenti su di una specifica mappa. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.

*d) Indagini colorimetriche* – La caratterizzazione colorimetrica di un materiale, in funzione dell'angolo di incidenza e di riflessione, è particolarmente complessa dovendo spesso misurare piccolissime variazioni di colore accompagnate a notevoli disparità nei valori della luminanza del campione. La corretta scelta dello strumento di misura in base alle proprie caratteristiche nominali e un'attenta valutazione di tutte le cause di incertezza, sono pre-requisiti indispensabili per ottenere risultati adeguati alle odierne richieste applicative. L'uso della strumentazione appositamente sviluppata per eseguire direttamente questo tipo di integrazioni, rende le misurazioni veloci ed economiche. Per contro, è necessario ricorrere a campioni di riferimento tarati, sia per disporre di una verifica sperimentale dell'incertezza di misura stimata, sia, in molti casi, per poter eseguire la misurazione stessa.

L'appaltatore utilizzerà in parte la fotografia parametrizzata e in parte le indagini effettuate in laboratorio. Tramite la fotografia parametrizzata riprenderà il manufatto con riferimento alle scale colorimetriche standardizzate secondo la scala Munsell. Le prove di laboratorio permetteranno di stabilire la determinazione chimica delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta

### **Art. 68 – Indagini rivolte alla caratterizzazione dei materiali e all'accertamento dei loro degradi e delle patologie**

#### MODALITÀ PER IL CAMPIONAMENTO DI MATERIALE IN OPERA – CRITERI PER IL CAMPIONAMENTO

La scelta del tipo e del numero di campioni da prelevare dall'opera va fatta sia in base ai diversi tipi litologici presenti, sia in base ad una osservazione visiva in loco. Da tale osservazione possono emergere:

- eventuali differenze originarie riscontrate nell'ambito di uno stesso tipo di materiale – tipi fondamentali di materiali impiegati nell'opera (rocce magmatiche, metamorfiche, sedimentarie, laterizi, intonaci e/o stucchi e malte);
- macrostrutture (tessiture) dei tipi litologici riconosciuti – colore ed altre eventuali caratteristiche dei materiali (per es. granulometria, se apprezzabile visivamente);
- posizionamento in opera del materiale litoide rispetto alle macrostrutture;
- varie forme e stadi di degradazione, anche in funzione della quota e dell'esposizione;

- alterazioni di origine biologica, tipiche ed atipiche (v. NORMAL – 1/80);
- eventuali precedenti interventi di restauro (pulitura, consolidamento, protezione, ecc.) o di sostituzione.

*Documentazione* – Vanno eseguite fotografie dell'opera nel suo complesso, delle parti che presentano vari stadi e forme di degradazione (macrofotografie) e delle zone da cui verranno prelevati i campioni. È inoltre necessario fornire una esauriente descrizione dei campioni prelevati, secondo la terminologia del documento NORMAL – 1/80, completandola con una documentazione fotografica dei campioni stessi e delle relative zone dopo il prelievo. È assolutamente necessario, infine, effettuare ricerche bibliografiche sulla natura e sulla provenienza dei materiali o delle materie prime utilizzati per la costruzione dell'opera o per eventuali interventi di restauro. Nel caso che le ricerche bibliografiche non abbiano fornito utili indicazioni sulla provenienza del materiale si dovrà consultare la letteratura specializzata nel campo geologico e petrografico, nel tentativo di localizzare le aree di affioramento dei litotipi presenti e di individuare le cave o i punti di prelievo dei medesimi.

#### *Descrizione delle alterazioni macroscopiche*

È assolutamente necessario procedere a un giudizio di massima sullo stato di conservazione dell'opera e ad una descrizione delle forme di alterazione apprezzabili visivamente nei diversi tipi di materiali riconosciuti, seguendo la terminologia del documento NORMAL-1/80.

#### MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO MINERALOGICO, CHIMICO, FISICO

*a) Prelievi in superficie.* Nella generalità dei casi le superfici da esaminare sono costituite da una struttura stratificata, cosicché le superfici stesse non possono essere adeguatamente investigate se non nel loro spessore. L'entità ditale spessore è variabile nei singoli casi, sia che si tratti di una successione di strati di finitura o di depositi superficiali, sia che lo strato definibile come superficiale sia di uno costituito dal materiale stesso, diversamente alterato in rapporto alla profondità. Pertanto i prelievi superficiali dovranno essere eseguiti per campionature successive di tutti gli strati presenti, compreso il substrato apparentemente non alterato, e, dove possibile, operando in una zona immediatamente adiacente un prelievo complessivo da destinare a sezione stratigrafica. Per i prelievi si farà uso degli utensili e delle tecniche di prelievo più idonei, scelti anche in base alla consistenza del materiale.

Si utilizzeranno:

- pennelli a setola morbida per materiale polverulento
- bisturi per il materiale incoerente
- scalpelli per materiale più o meno coerente.

*b) Prelievi in profondità.* L'operazione va effettuata con opportuna carotatrice in grado di fornire campioni significativi. Quando possibile, i campioni in profondità andranno prelevati nella stessa posizione da cui sono stati prelevati i campioni superficiali o in posizione molto prossima.

Il diametro della carota dovrà essere il più piccolo possibile, compatibilmente con la disomogeneità del materiale. L'operazione deve essere compiuta a un basso numero di giri (circa 100 giri/min.) per evitare il surriscaldamento del campione. Le carote devono essere prelevate lavorando a secco; si potrà ricorrere ad un intervento ad umido solo quando l'operazione non potrà essere condotta altrimenti.

La carotatrice dovrà essere utilizzata per rotazione, dovrà essere dotata di opportuna slitta in grado di garantire la perpendicolarità del taglio, dovrà essere dotata di regolatore di velocità. Si dovranno impiegare punte a ghiera diamantata o a placchette in metallo duro, eventualmente sterilizzate per indagini microbiologiche. È necessario chiudere il foro lasciato dalla carota sul manufatto. Il riempimento deve essere fatto esclusivamente con materiale le cui caratteristiche chimiche e fisiche siano tali da impedire effetti secondari (Sali solubili, fenomeni di dilatazione, ecc.).

*Raccolta del Materiale Prelevato.* All'atto di ogni singolo prelievo è necessario valutare le dimensioni dell'area interessata e della profondità del prelievo (ove possibile stimando con calibro comparatore). Il campione sarà conservato in contenitori di materiale inerte e di minimo volume, preventivamente pesati, tappati ermeticamente e contrassegnati con il numero o la lettera corrispondenti al prelievo.

Sarà opportuno effettuare nel più breve tempo possibile una pesata del materiale tal quale. Tale misura permetterà un apprezzamento di massima del quantitativo di acqua libera presente nel campione al momento del prelievo.

#### MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO BIOLOGICO

Il campionamento per lo studio biologico deve essere effettuato sulla base di un attento esame visivo delle alterazioni tipiche ed atipiche (v. NORM A L – 1/80) presentate dal manufatto. I biodeteriogeni di interesse nel settore dei manufatti costituiti da materiali lapidei, e per i quali vanno previste specifiche modalità di campionamento, sono:

- microflora chemioautotrofa ed eterotrofa (batteri del ciclo dello zolfo e del ciclo dell'azoto, batteri eterotrofi, attinomiceti, funghi microscopici)
- alghe azzurre e alghe verdi
- licheni
- muschi
- erbe infestanti.

Anche quando sul manufatto non sono visibili alterazioni chiaramente riferibili ad una origine biologica può essere opportuno conoscere la carica microbica dei biodeteriogeni presenti e potenzialmente dannosi. In questo caso il campionamento dovrà essere effettuato con le tecniche di seguito illustrate, scelte a seconda dei biodeteriogeni di cui si vuole stabilire la presenza. La quantità di campione da prelevare dipende dal tipo di analisi che si vuole effettuare (qualitativa o quantitativa) e dal numero di differenti biodeteriogeni che si analizzeranno. A seconda dei casi si impiegano bisturi, pinzette o pennelli sterili. I prelievi vengono raccolti in piastre o provette sterili, che verranno poi ermeticamente chiuse con tappi sterili e nastro adesivo. Le specifiche modalità di campionamento dipendono dal tipo di biodeteriogeno che si vuole ricercare.

**Art. 69 – Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.)**

*a) Analisi atte a determinare la composizione chimica del materiale*

*Spettrofotometria ottica e ad assorbimento atomico* – L'analisi si basa sulla proprietà dei corpi di assorbire ed emettere radiazioni di lunghezza d'onda peculiare nei campi del visibile, dell'ultravioletto e dell'infrarosso. Ogni elemento possiede uno spettro caratteristico.

Nel campo del visibile (0,4-0,8 micron) e dell'ultravioletto (0,000136-0,4 micron) la spettrofotometria permette l'identificazione ed il dosaggio dei singoli ioni presenti in una soluzione acquosa (Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, As ed Hg). Nel campo dell'infrarosso (0,8-400 Nm) vengono identificati i composti organici presenti nel materiale.

*Analisi chimiche.* La composizione di una malta potrà essere determinata con analisi calcimetriche, che agiscono tramite la dissoluzione del campione in acido cloridrico, a concentrazioni e a temperature variabili. Con queste analisi andrà calcolato:

- il contenuto di Ca, Mg, Al, Fe (espressi in ossidi) e della silice
- il dosaggio del gas carbonico legato ai carbonati
- il dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua d'assorbimento e di costituzione e delle sostanze organiche eventualmente presenti.

Queste analisi potranno essere integrate da una determinazione per via stechiometrica della percentuale di carbonato di Ca; il residuo insolubile restituisce la percentuale dell'aggregato. Con questi metodi tradizionali di determinazione delle caratteristiche chimiche non è però possibile giungere ad identificare convenientemente il tipo di legante presente e l'interazione con altri elementi costitutivi, quali il cocciopesto e la silice. All'indagine tradizionale è possibile affiancare tecniche che si basano sul riconoscimento e sul dosaggio dei vari elementi per via atomica. Tali tecniche uniscono alla grande precisione la caratteristica di poter utilizzare campioni minimi di materiale (bastano infatti generalmente mg 100-150 di sostanza per effettuare una serie completa di analisi).

*b) Analisi atte a determinare la caratterizzazione mineralogica petrografica*

Questo tipo di analisi è finalizzato alla conoscenza morfologica e tessiturale (aggregazione dei vari elementi componenti, stato e taglia dei cristalli presenti, ecc.) dei componenti mineralogici di un materiale lapideo (artificiale o naturale) di una malta o di un pigmento. Sono analisi che forniscono essenzialmente risultati di tipo qualitativo. Alcune di esse, diffrattometria e osservazione al microscopio polarizzatore di sezioni sottili, sono da considerarsi complementari ai fini del riconoscimento del materiale.

*Sezioni sottili* – L'ottenimento di sezioni sottili è dato da una sezione della dimensione di qualche micron, o più piccole, di un piccolo campione del materiale che si vuole analizzare, incollato tramite una resina su vetrini ed analizzato al microscopio polarizzatore. Il principio che permette di leggere la struttura di un campione lapideo (artificiale o naturale) si basa sulla loro capacità di essere opachi o trasparenti alla luce.

Il microscopio polarizzatore consente, tramite l'uso di determinati filtri, di ottenere una visione chiara e dettagliata della sezione sottile, eliminando da un fascio di luce normale, le oscillazioni che avvengono in tutti i piani tranne uno, lungo cui passa solo luce polarizzata.

Se a questo primo filtro polarizzatore se ne aggiunge un secondo, detto analizzatore, si ha una seconda modalità di visione (nel primo caso si dirà osservazione a Nicols paralleli, nel secondo a Nicols incrociati). La sintesi dei dati emersi dalle osservazioni a nicols paralleli e nicols incrociati permette di rilevare, attraverso l'osservazione di proprietà ottiche, morfologia e dimensioni relative dei minerali presenti, tessitura della roccia, aggregazione degli elementi costituenti. A Nicols incrociati quando la luce usata è policroma per molti dei materiali inorganici, anisotropi e bi-rifrangenti, si determinano fenomeni di eliminazione di alcuni colori dal fascio di luce policroma (bianca). Questi colori, osservati in luce polarizzata, sono dipendenti dalla sostanza. L'osservazione in sezione sottile permette quindi di analizzare:

1. le fasi mineralogiche presenti, dal colore proprio del minerale, a Nicols incrociati (p.e., la calcite si presenta iridescente, il Plagioclasio bianco-grigio, a forma allungata e pluriconnesso, con presenza di rigature, ecc.); caratteri legati alle proprietà cristallografiche dei singoli minerali (p.e. i minerali che cristallizzano nel sistema rombico, si vedono estinti a Nicols incrociati); forma dei cristalli (p.e. olivina generalmente esagonale, plagioclasio e biotite allungati);
2. la tessitura e la struttura della roccia o intonaco analizzati (ovvero dimensione media dei cristalli, se in pasta di fondo, opaca alla luce, se in una matrice micritica, ovvero in un fondo microcristallino, ecc.).

L'osservazione in sezione sottile consente quindi, tramite il riconoscimento delle caratteristiche mineralogiche, di determinare la tipologia della roccia, degli elementi componenti la malta o il pigmento, determinandone le specie mineralogiche presenti e consentendo di rilevare eventuali fenomeni di alterazione dei componenti.

Tali dati saranno esplicitati nella relazione fornita a seguito dell'osservazione, che conterrà anche riproduzioni delle immagini tratte dalle sezioni sottili.

L'osservazione in sezione sottile è parametrata dal documento Normal 14/83.

*Sezioni lucide* – Dette anche cross-section, tali sezioni prevedono analogo trattamento di campione, ma vengono tagliate perpendicolarmente alla superficie allo scopo di determinare la stratigrafia del campione prelevato piuttosto che le caratteristiche dei minerali. Vengono generalmente adoperate per gli intonaci e per gli strati di pigmenti. La loro osservazione viene fatta con un normale microscopio ottico oppure tramite lettura al SEM (microscopio elettronico a scansione).

*Diffrattometria a raggi X* – La diffrattometria a raggi X viene utilizzata per la caratterizzazione mineralogica di campioni di materiale lapideo o di malte e per la rilevazione della presenza di specie saline inquinanti. È una prova essenzialmente qualitativa e non quantitativa, giacché individua le fasi minerali presenti, ma non la loro quantità o distribuzione percentuale. Il procedimento si avvale della proprietà di diffrazione ai raggi X sulle pareti dei cristalli dei minerali presenti nel campione, preventivamente ridotto in polvere attraverso la frantumazione in pestajo d'agata o di porcellana. L'analisi effettuata fornirà un grafico, i cui i picchi rilevati dalla lettura individuano le fasi cristalline presenti, attraverso l'altezza dei picchi prodotti. La misura dell'altezza di tali picchi consente, infatti, di individuare, tramite opportune tabelle parametriche, le fasi minerali presenti all'interno del campione analizzato. A tale grafico va allegata una relazione esplicativa dell'analisi effettuata.

*Fluorescenza a raggi X* – È un'analisi non distruttiva che consente di identificare gli elementi chimici che compongono una sostanza. I vantaggi rispetto all'analisi chimica per via umida sono l'elevata sensibilità ed i brevi tempi di misura dell'ordine dei minuti. Inoltre i campioni si conservano indefinitamente. Il limite di questo metodo è rappresentato dal fatto che non si possono identificare gli elementi di numero atomico inferiore a quello del sodio.

La precisione dell'analisi dipende dalla quantità degli elementi chimici e dalle modalità di preparazione del campione. L'eccitazione di un atomo può avvenire per irraggiamento con onde elettromagnetiche (luce visibile, UV, raggi X, raggi  $\gamma$ ) o particelle (elettroni, protoni, neutroni) di alta energia. Si ha fluorescenza di raggi X quando nell'atomo irraggiato si crea una vacanza elettronica in uno strato interno (K, L) e un elettrone degli strati più esterni – meno legato e quindi di energia maggiore – va ad occupare tale vacanza, con conseguente emissione dell'energia residua come radiazione X. La rivelazione di tale radiazione, che è caratteristica di ciascun atomo, ne consente l'identificazione.

*c) Analisi atte a determinare proprietà fisiche e/o ottiche*

*Porosimetria al mercurio* (UNI-NORMAL 4/80) – La determinazione del tipo, percentuale, distribuzione dei vuoti esistenti fra le varie componenti del materiale lapideo analizzato (naturale o artificiale) è elemento utile sia a determinare i fattori di alterazione ed alterabilità di un supporto lapideo, sia a calibrare trattamenti di pulitura e consolidamento. La maggiore capacità di imbibizione è infatti correlata più che alla distribuzione percentuale delle cavità, alla loro dimensione ed interconnessione. Porosità di diametro ridotto ed interconnesse favoriscono i fenomeni di imbibizione o l'ingresso di componenti alterative attraverso la condensazione del vapore acqueo che può contenerle. La tecnica, si basa sulla penetrazione di mercurio all'interno dei pori a pressioni controllate, consente infatti di conoscere le dimensioni dei pori presenti nel materiale e le corrispondenti percentuali di volume occupate da questi, per un intervallo di dimensioni dei pori compreso fra 0,0037 e 75 micron. La determinazione dei diametri è conoscibile in maniera indiretta e desumibile dalla pressione applicata per la penetrazione del Mercurio, inversamente proporzionale alla dimensione delle porosità. Le risultanze dell'analisi forniscono un grafico, in cui vengono riportati in ascissa il raggio dei pori, espresso in micron, in ordinata, la percentuale di distribuzione delle diverse cavità presenti.

Ai fini del consolidamento, analogamente, la conoscenza preventiva della porosità può essere parametro per la valutazione della quantità di consolidante da impiegare e per le modalità di applicazione di questo ai fini di una giusta penetrazione del prodotto. La valutazione della porosità successivamente all'intervento, può inoltre essere utile a verificare l'efficacia dell'intervento stesso.

### **Art. 70 – Indagini sulle patologie dei materiali - Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee**

*Cromatografia ionica* – È una tecnica che consente, utilizzando minime quantità dell'ordine dei microgrammi, di identificare le sostanze organiche, usate come coloranti o come leganti, in base alla separazione dei componenti di una miscela. La sostanza da analizzare, mescolata ad un liquido o a un gas, scorre su un supporto solido o liquido separandosi nei suoi componenti, che migrano con velocità diverse dipendenti dalle loro caratteristiche chimico-fisiche rendendone così possibile l'identificazione. Nella cromatografia su strato sottile – tecnica di cromatografia in fase liquida – la fase stazionaria è una polvere stesa in strato sottile ed uniforme su una lastra di vetro, di metallo o di plastica, all'estremità della quale

si pone la sostanza da analizzare, che migra per capillarità. Il riconoscimento avviene per confronto con sostanze standard, eventualmente facendo uso di coloranti o ricorrendo alla fluorescenza ultravioletta.

*Analisi delle sostanze inorganiche* – Stesse analisi per la caratterizzazione di cui all'art. 61.

*Analisi delle roste nere* – Diffrattometria ai raggi X di cui all'art. 63.

*Microscopia ottica* – Permette l'osservazione del colore delle componenti, del rilievo delle singole sostanze, dei caratteri morfologici, quali la forma, l'abito cristallino, la sfaldatura, le fratture e le deformazioni, le patologie da stress meccanico (NORMAL 14/83).

*Microscopia elettronica a scansione (SEM) con sonda X* – Consente di individuare la distribuzione dei componenti e dei prodotti di alterazione. I risultati sono documentati con fotografie, mappe di distribuzione degli elementi e diagrammi.

### **Art. 71 – Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità**

*Capacità di assorbimento* – È l'attitudine di un materiale ad assorbire acqua, che viene fissata nelle cavità interne. Come è noto l'altezza della risalita capillare è legata poi all'evaporazione della stessa acqua di risalita: il livello massimo sarà determinato dal raggiungimento di una superficie bagnata che garantisce evaporazione di una quantità di acqua pari a quella assorbita dal terreno.

*Determinazione della curva di assorbimento di acqua e della capacità di imbibizione* – Vengono ricavate per immersione totale del campione in acqua e per pesate successive. Queste prove richiedono quantità di materiale piuttosto elevate (NORMAL 7/81).

*Determinazione della capacità di adescamento* – Consiste nel misurare la quantità d'acqua assorbita per capillarità da un campione posto a contatto con una superficie liquida. Metodologia e inconvenienti sono i medesimi della prova di determinazione della curva di assorbimento e della capacità di imbibizione (NORMAL 11/82).

*a) Tecniche per la misurazione delle temperature e dell'umidità* – Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici.

Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti si dovrà ricorrere a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica.

Le informazioni più esaurienti si potranno ottenere solo ricorrendo alle prove limitatamente distruttive da eseguire tramite il prelievo di campioni umidi da pesare e valutare in seguito alla loro essiccazione o in alternativa con la tecnica del carburo di calcio. L'umidità superficiale presente su di un componente potrà essere misurata ricorrendo a misuratori elettronici.

#### *Misure di temperatura dell'aria*

*Termometri a mercurio o ad alcool* – Questi strumenti, basati sul principio della dilatazione termica vengono utilizzati in laboratorio per la taratura ed il controllo degli altri tipi di strumenti.

*Termometri a lamina bimetallica* – Il principio di funzionamento si basa sulla deformazione che subisce una lamina bimetallica al variare della temperatura. La lamina è composta da due strisce metalliche sovrapposte e saldate fra loro, con diverso coefficiente di dilatazione termica. Strumento robusto di modesta precisione.

*Termometri a termocoppia* – Da utilizzare nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo. Le giunzioni di due metalli diversi vengono mantenute a temperature differenti, in modo che tra di esse si venga a stabilire una differenza di potenziale. Mantenendo una delle due giunzioni ad una temperatura nota, si potrà risalire alla temperatura dell'altra, misurando la conseguente differenza di potenziale. Lo strumento è in grado di rilevare anche misure puntiformi, in quanto l'elemento sensibile è la giunzione di due fili sottilissimi.

*Termometri a semiconduttori* – Rilevano la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura. Conoscendo la resistenza elettrica si potrà risalire alla temperatura dell'aria. Sono gli strumenti più utili e pratici in relazione alla facilità ed alla precisione con la quale si possono attualmente misurare le variazioni di resistenza elettrica.

#### *Misure delle temperature superficiali*

Qualsiasi strumento che misura la temperatura dell'aria è anche in grado di misurare la temperatura superficiale; al fine di assicurarsi che non siano influenzati dalla temperatura dell'aria occorre assicurare un contatto perfetto tra l'elemento sensibile e la struttura. Si possono pertanto utilizzare i termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori. Per limitare l'influenza della temperatura dell'aria, l'elemento sensibile viene inserito in un cono di argilla precedentemente applicato sulla superficie muraria. Per misurare la temperatura interna di una struttura muraria basta inserire l'elemento sensibile all'interno di un foro di opportune dimensioni, avendo cura di riempire il foro, per tutta la sua lunghezza, con del materiale compatto in modo che la misurazione non possa venire influenzata dalla temperatura interna dell'aria.

Strumenti specifici per misurare la temperatura superficiale dei materiali risultano essere i termometri a raggi infrarossi. Ogni corpo infatti emette raggi infrarossi. Se tali raggi si convogliano con un sistema

ottico su un termometro a termocoppia ad alta amplificazione, si può conoscere istantaneamente la temperatura di quel corpo.

*Misure contemporanee di differenti variabili e relativa registrazione* Si potranno utilizzare essenzialmente tre strumenti che ovviamente non restituiscono dati in tempo reale e che devono essere posizionati in situ per periodi prestabiliti.

*Termoigrografo* – Lo strumento deve essere in grado di leggere e trascrivere i dati relativi sia all'umidità relativa che alle temperature e sarà costituito da un'unità di acquisizione dei dati e da un'unità di registrazione formata da un cilindro sul quale viene adagiato un apposito tabulato in carta sul quale un ago tratterà l'andamento giornaliero dell'umidità relativa e della temperatura. La velocità di rotazione del cilindro sarà inversamente proporzionale alla precisione che si vorrà ottenere nella fase di registrazione.

*Termoigrometro* – Lo strumento dovrà essere capace di registrare, tramite apposite sonde, l'umidità assoluta (da 0,1 a 150 g di acqua per kg di aria), il punto di rugiada (da -40 a +60 °C), l'umidità relativa (dal 15 al 90%) e la temperatura dell'aria (da -40 a +120°C). Lo strumento potrà essere dotato di un dispositivo di memorizzazione dei valori massimi e minimi registrati durante la rilevazione.

*Termoigrometri digitali* – Lo strumento misurerà l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità. Il sensore dell'umidità relativa sarà del tipo a condensatore a film sottile, che permetterà una reazione molto rapida alle variazioni dell'umidità, unita ad una precisione piuttosto elevata.

*b) Accertamento della presenza di umidità da risalita. Metodi quantitativi*

*Metodo al carburo di acetilene* Il principio su cui si basa è quello della lettura della pressione generata da un gas che si sprigiona a seguito di una particolare reazione chimica, in presenza di acqua. Più precisamente, mescolando un campione di muratura umida con del carburo di calcio (in capsule o sfuso da misurare in bilancia di precisione) si sviluppa un gas, acetilene, in misura direttamente proporzionale alla quantità di acqua contenuta nel provino. Avvenendo la reazione chimica in ambiente chiuso, il gas sprigionato esercita una pressione, tanto maggiore quanto maggiore è il quantitativo di gas, e quindi il contenuto di acqua; la sollecitazione misurata mediante manometro indica dei valori relativi all'umidità presente nel materiale (da misurare su apposite tabelle di conversione). Il metodo fornisce una sufficiente attendibilità (mai assoluta) solo quando si conosce con esattezza la composizione del materiale esaminato. Le modalità di esecuzione sono le seguenti:

- si esegue un prelievo di una quantità standard di materiale e si riduce in polvere
- si predispongono di una dose prefissata di carburo di calcio in misura proporzionale al materiale prelevato
- si immettono i due materiali, separatamente e in fasi successive, all'interno di uno speciale contenitore metallico indeformabile ed ermetico;
- si chiude il recipiente scotendolo in modo tale da consentire l'omogenea miscelazione delle due polveri;
- si attende che l'acetilene, che si sviluppa per effetto della reazione chimica tra il carburo di calcio e l'acqua contenuta nel materiale, confinato dalla parete rigida del recipiente, eserciti una pressione sul manometro a chiusura del contenitore. Il valore della pressione rilevato sarà funzione dell'acqua presente nel campione di muratura, ed indicherà i valori dell'umidità presente nel materiale riferito al peso secco.

L'analisi descritta è di notevole precisione, come già accennato, nel caso in cui sia nota l'esatta composizione del materiale esaminato, cosa in genere piuttosto difficile, di conseguenza si rientra in un margine di errore. Gli strumenti necessari per lo svolgimento della prova sono portatili e di poco ingombro e forniscono risultati immediati, seppure di tipo indicativo. Essendo necessario ridurre in polvere il campione per riuscire ad ottenere la reazione chimica desiderata, ed essendoci durante questa operazione una perdita d'acqua per evaporazione, è bene effettuare il prelievo del materiale in periodi o condizioni in cui sia contenuta l'evaporazione superficiale dell'acqua.

*Metodo ponderale su campioni in polvere* – Questo sistema si basa su di un principio molto semplice che se condotto correttamente è in grado di fornire risultati di notevole precisione, decisamente migliori di quelli conseguibili con altri sistemi. La prova consiste nel prelevare mediante una carotatrice un campione di muratura, e nel pesarlo sia al momento del prelievo che dopo averlo essiccato; la differenza tra le due pesate misura il contenuto d'acqua presente nel campione. L'appaltatore dovrà provvedere, al prelievo in profondità (nucleo della muratura) del numero di campioni richiesto dalla D.L.

L'esecuzione dell'accertamento non richiede in cantiere l'uso di una apparecchiatura specifica, ma il laboratorio dovrà disporre di una specifica stufa per essiccare il campione e di una bilancia di precisione. Le fasi dell'analisi saranno le seguenti:

- a) Prelievo di un campione di materiale umido per mezzo di scalpello o di carotiere a secco con bassissime velocità di rotazione (100/200 giri al minuto) al fine di evitare sviluppo di calore e la conseguente evaporazione dell'acqua.
- b) Inserimento del campione prelevato in uno specifico contenitore in vetro, o in polietilene, con tappo a tenuta, preventivamente pesato; durante il trasporto in laboratorio occorre porre la

dovuta attenzione al non esporre il recipiente agli sbalzi di temperatura al fine di garantirne l'idonea conservazione.

- c) Esecuzione di una pesata complessiva, contenitore e campione.
- d) Ulteriore pesata del campione estratto.
- e) Essiccamento in stufa ad una temperatura pari a circa 105°C, fino ad ottenere un peso costante; determinazione del peso del campione essiccato e della percentuale di umidità riferita al peso umido, al peso secco, ed al volume.

Generalmente per essiccare i campioni saranno utilizzate delle stufe normali, con ricambio d'aria trascurabile, o stufe in corrente d'aria calda. Se i campioni da analizzare sono molti sarà preferibile ricorrere a particolari stufe a radiofrequenza, che consentono la notevole riduzione dei tempi di essiccazione. Oltre alla notevole precisione dei risultati, il sistema ponderale permette l'utilizzo del campione per ulteriori esami di laboratorio (dosaggio dei sali solubili e l'identificazione dei materiali costituenti). Il lato negativo consiste nel dovere eseguire un prelievo modesto ma distruttivo.

*c) Accertamento della presenza di umidità da risalita – Metodi qualitativi*

*Misure elettriche resistive* – Il metodo delle misure elettriche resistive si fonda sul principio che il comportamento di una muratura umida può essere assimilato a quello di una resistenza; applicando sulla muratura due sonde ravvicinate (con forma di aghi) collegate ad uno strumento di misura, quest'ultimo fornisce dei valori, espressi in percentuale, del contenuto d'acqua. La corrente elettrica sarà inversamente proporzionale alla resistenza misurabile tra i due aghi infissi, e direttamente proporzionale alla quantità d'acqua presente nel materiale. Le misure elettriche resistive interessano solo l'intonaco, o comunque la sola superficie dei materiali, per una profondità di qualche millimetro/centimetro. Generalmente si dovrà ricorrere ad una tabella di taratura e di riscontro, che analizza i materiali più usuali, essendoci nella misura un certo margine di errore dovuto al fatto che la resistenza elettrica dipende, oltre che dal quantitativo d'acqua, anche dalla presenza di sali e dalla natura stessa del materiale esaminato, di cui non sempre è nota con certezza la natura.

Le misure verranno eseguite previa la taratura preliminare dello strumento, l'inserimento degli elettrodi ad ago nel materiale (a leggera pressione), l'eventuale sigillatura, l'attivazione del passaggio della corrente e la successiva misura strumentale mediante e comparazione dei valori rilevati con la taratura iniziale.

*Misure elettriche capacitive* – Le misure capacitive consistono nel rilevare la costante dielettrica di una porzione di intonaco sulla quale vengono posti superficialmente due elettrodi a piastra. Questi ultimi possono essere entrambi ubicati sulla stessa parete, oppure su due facce della struttura; nel primo caso la costante misurata sarà quella del materiale di contatto, nel secondo dell'intera sezione interposta tra le due piastre di rilevamento.

Le misure verranno eseguite mediante: il posizionamento di due elettrodi a piastra sulla parte di materiale su cui condurre l'indagine, la determinazione della costante dielettrica del materiale di contatto, o dell'intera sezione, selezionando una zona asciutta; la successiva definizione della costante dielettrica del materiale, o dell'intera sezione in una zona umida; depurazione dei risultati ottenuta tramite il confronto fra le due differenti misure (in zona asciutta ed umida), e determinazione finale, per sottrazione del valore dell'umidità.

Le misure capacitive presentano il vantaggio di risultare rapide, di non richiedere alcuna infissione. Gli elettrodi a piastra, in genere, sono poco influenzati dalla presenza di sali. Questo sistema, che prevede il semplice contatto, può essere applicato su superfici pregiate senza intaccarle in alcun modo.

*Mappatura termografica – Vedi art. 61.1.a)*

*d) Accertamento della presenza di umidità da condensa*

All'appaltatore potrà essere richiesto il rilevamento periodico o in continuo dei valori di T ed UR tramite termogrometri o termoigrometri. Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti l'appaltatore dovrà ricorrere a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica. Per misure in continuo potrà essere richiesto l'utilizzo di registratori fissi o portatili di temperatura e di umidità relativa. Questi strumenti dovranno registrare in continuo temperatura e umidità, attraverso appositi sensori, registrando i valori a traccia in continuo su un cilindro. Lo strumento sarà dotato di un orologio interno a movimento meccanico per registrazioni nelle: 24 ore, 7 giorni e 4 x 7 giorni, provvisto di un elemento tipo bimetallico per la misura della temperatura e di un elemento a fascio di capelli per la misura della umidità alimentati a corrente o a batteria standard da 1,5 V.

**Art. 72 – Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica dell'efficacia dell'intervento effettuato**

*Valutazione preliminare dell'efficacia dei materiali e dei metodi per gli interventi conservativi*

I controlli possono essere effettuati non solo in vista della conservazione di un determinato manufatto, ma anche allo scopo di qualificare eventuali nuovi prodotti e nuove metodologie. Essi vanno eseguiti in

parallelo su materiale lapideo trattato e non trattato, avendo cura di effettuare il trattamento in laboratorio con modalità il più possibile simili a quelle da impiegare sul manufatto. Le misure dovranno essere condotte secondo le Raccomandazioni NORMAL o, in assenza di queste, dovranno essere chiaramente descritti i metodi sperimentali adottati. Quando per un intervento su un particolare materiale lapideo si voglia utilizzare un prodotto, o un metodo, già ampiamente sperimentato su pietre dello stesso tipo, o analoghe, nel progetto esecutivo andrà fatto chiaro riferimento a tali precedenti esperienze.

#### *Pulitura*

L'efficacia di un metodo di pulitura può essere valutata solo mediante prove preliminari effettuate direttamente sul manufatto, mentre l'eventuale pericolosità nei riguardi del litotipo va valutata mediante prove di laboratorio. Il sistema in esame va applicato, con modalità e tempi il più possibile simili a quelli che verranno adottati in loco, ad almeno cinque campioni di ogni litotipo. I campioni devono essere di forma regolare (per esempio: lastrine di c m 5 x 5 x 2), la superficie da trattare va levigata in modo omogeneo con carte smerigliate a granulometria via via più sottile (fino al n. 1000). Dopo il trattamento di pulitura andranno misurati almeno:

- a) colore d'insieme (per esempio, mediante le Carte Munsell, DIN, Methuen)
- b) assorbimento d'acqua per capillarità attraverso la superficie trattata (NORMAL-11/82)
- c) rugosità (preferibilmente mediante rugosimetro)
- d) morfologia della superficie (mediante osservazioni al microscopio ottico in campo chiaro ed in campo scuro)
- e) variazione ponderale
- f) contenuto di eventuali sali solubili residui (nel caso di pulitura con mezzi chimici).

#### *Consolidamento e protezione chimica*

Un trattamento di consolidamento deve essere sempre seguito da un trattamento di protezione che, tenuto conto del fatto che un'azione protettiva nei confronti dell'acqua è sempre auspicabile, conferisca idrorepellenza alla pietra. Poiché in commercio esistono prodotti consolidanti che hanno anche proprietà idrorepellenti, i campioni trattati con tali prodotti non andranno sottoposti ad ulteriore trattamento protettivo. Solo così il confronto fra consolidanti di natura diversa, alcuni dei quali con caratteristiche idrorepellenti, sarà significativo.

#### *Preparazione dei campioni*

I campioni devono essere di forma regolare, generalmente si opera su cubi con spigolo di 5 cm o comunque non inferiore a 3 cm. Il taglio viene effettuato con disco diamantato, a umido. Per i campioni destinati a prove meccaniche è necessaria la perfetta planarità della superficie. Il numero minimo di campioni da impiegare dipende dall'omogeneità del materiale lapideo e dalla sequenza operativa che si adotterà nell'esecuzione delle misure, alcune delle quali richiedono la distruzione del campione. In linea di massima si ritiene necessario impiegarne almeno 20 per ogni tipo di trattamento da sottoporre a controllo. Quando il controllo viene effettuato per ricercare il trattamento più idoneo ad un particolare monumento sarebbe opportuno utilizzare campioni provenienti dal monumento stesso e rappresentativi dello stato di conservazione di ciascuno dei litotipi presenti. Poiché non sempre è possibile prelevarne in quantità sufficiente per la sperimentazione, ci si può servire di materiali dello stesso litotipo recuperati nella demolizione o sostituzione di parti di edifici della zona ed appositamente archiviati e immagazzinati (NORMAL 2180).

Qualora non si verificano le precedenti alternative vanno utilizzati campioni di cava invecchiati naturalmente o artificialmente.

L'invecchiamento deve essere spinto fino a raggiungere, con sufficiente approssimazione, le caratteristiche del materiale in opera. La scelta del tipo di "invecchiamento artificiale" viene effettuata di volta in volta in base ai risultati ottenuti dall'indagine sulle cause di degrado. I metodi più frequentemente impiegati sono: cicli di gelo-disgelo, cicli di secco-umido, cicli di cristallizzazione di sali e cicli di corrosione per nebbia acida.

#### *Applicazione dei consolidanti*

a) I campioni destinati alle prove di assorbimento di acqua per immersione e di resistenza all'invecchiamento vengono completamente rivestiti da due strati di garza con uno strato di ovatta di cotone interposto ("packet"). I provini, così rivestiti, vengono poggiati su un supporto di vetro posto all'interno di una vaschetta, anch'essa di vetro, contenente la soluzione consolidante. Il livello della soluzione non deve raggiungere la base dei provini e va mantenuto costante; l'impregnazione avviene per capillarità attraverso un lembo di ovatta che fuoriesce appositamente dal "packet" e che si trova immerso nel liquido impregnante;

b) i campioni destinati alle misure di porosità, alla valutazione della profondità di penetrazione, alla misura della permeabilità al vapor d'acqua e alla misura dell'assorbimento di acqua per capillarità non vengono fasciati. In questo caso l'impregnazione si effettua su una sola faccia del campione. Si opera per capillarità mediante una spessa striscia di cotone posizionata in modo da avere l'estremità inferiore immersa nella soluzione e quella superiore aderente alla faccia da impregnare. Una siffatta preparazione consente di valutare meglio l'effettiva profondità di penetrazione del consolidante, in quanto è più simile al trattamento effettuabile in situ.

Sia nel caso a) che nel caso b) la concentrazione del consolidante viene stabilita mediante prove preliminari; il tempo di trattamento è in genere di 72 ore. Fa eccezione il caso in cui la ditta fornitrice specifichi particolari modalità di applicazione. Terminato il processo di impregnazione, i provini vanno liberati dall'involucro di garza e cotone e lasciati asciugare, prima a temperatura ambiente e poi in stufa. Salvo diversa indicazione della ditta fornitrice, il tempo di permanenza in aria è di circa 1 mese e la temperatura della stufa è di 50-60° C.

#### *Applicazione del protettivo*

Terminato il processo di consolidamento, viene applicato il protettivo, a temperatura ambiente e, in genere, mediante pennello, sulle stesse facce del campione trattate con il consolidante. Normalmente si effettuano due applicazioni successive con un intervallo di tempo variabile da 1 a 3 giorni, salvo diversa indicazione della ditta fornitrice. I campioni vengono poi lasciati a temperatura ambiente per almeno 20 giorni, prima di iniziare i controlli, salvo indicazione della ditta fornitrice. Per valutare l'efficacia del solo protettivo, il prodotto si applica su campioni tal quali e con le stesse modalità ora descritte.

#### *Caratteristiche dei prodotti impiegati*

La viscosità dei prodotti impiegati per il consolidamento e per la protezione viene misurata a 20°C ed espressa in cI nel caso di prodotti sciolti in solvente, la concentrazione della soluzione impiegata viene espressa come in massa.

Misure per la valutazione di trattamenti consolidanti e protettivi. Le misure vengono effettuate su almeno tre campioni trattati e, per confronto, su uno stesso numero di campioni non trattati. Vanno valutate almeno le seguenti caratteristiche:

- a) variazione ponderale
- b) colore d'insieme (mediante Carte Munsell, DIN, Methuen; con misure di riflettanza)
- c) assorbimento d'acqua per capillarità (v. NORMAL – 11/82)
- d) assorbimento d'acqua per immersione totale (v. NORMAL – 7/81)
- e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni, con il metodo della pipetta
- f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita. La prova viene effettuata immediatamente dopo quella dell'assorbimento di acqua per immersione totale, sugli stessi campioni, in condizioni costanti di temperatura e di umidità relativa ed in assenza di ventilazione (T = 20 °C, UR 55% ottenuta con gel di silice);
- g) distribuzione porosimetrica (v. NORMAL – 4/80). Le misure vengono effettuate su almeno due strati successivi del campione, a partire dalla superficie trattata. Ogni strato deve avere uno spessore di 0,5 cm e, per ognuno di essi, si eseguono almeno 3 misure;
- h) permeabilità al vapor d'acqua misurata su strati dello spessore di 1cm, ottenuti sezionando il campione parallelamente alla faccia trattata;
- i) valutazione della profondità di penetrazione del consolidante. Si opera mediante: misure di porosità su strati successivi; metodi ottici quali l'osservazione al microscopio ottico ed elettronico a scansione di porzioni successive di campione e l'osservazione ad occhio nudo di sezioni, trasversali alla faccia trattata, spruzzate con acqua; misura della velocità di assorbimento di microgocce di acqua, sulle stesse sezioni trasversali;
- j) resistenza a compressione ed analisi della curva sforzo-deformazione. Si fa presente che per materiali lapidei poco porosi la prova potrebbe non essere particolarmente significativa per il minimo incremento che il materiale potrebbe subire a causa della ridotta penetrazione del consolidante.

Le misure, ad eccezione di quelle elencate al punto i), vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero conveniente di cicli di "invecchiamento artificiale". Tali cicli vanno scelti tra quelli che meglio simulano i fattori di alterazione ai quali è esposto il manufatto da trattare. Gli "invecchiamenti" più frequentemente usati, anche in combinazione fra loro, sono:

- esposizione alle radiazioni UV, in condizioni controllate di temperatura ed umidità relativa
- cicli di secco-umido e cicli termici
- cicli di gelo-disgelo
- cicli di cristallizzazione di sali
- cicli di corrosione per nebbia acida e/o salina.

#### *Misure per la valutazione di trattamenti protettivi*

Volendo valutare l'efficacia del solo protettivo vanno considerate almeno le caratteristiche elencate nel precedente paragrafo (misure per la valutazione di trattamenti consolidati e protettivi) ai punti b), c), e), f), h). Va inoltre eseguita la misura dell'angolo di contatto tra la superficie trattata e acqua deionizzata. Le misure vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero sufficiente di cicli di "invecchiamento artificiale" secondo quanto descritto al paragrafo precedente.

#### *Valutazione dei risultati*

La valutazione dell'efficacia dei trattamenti di pulitura, consolidamento e protezione va effettuata esaminando complessivamente l'insieme dei risultati ottenuti e stimando eventualmente la significatività delle diverse prove in funzione dello scopo del trattamento preso in esame (prevalentemente consolidante, solo protettivo, ecc.). Al momento attuale non si possono stabilire dei limiti di accettabilità per i vari trattamenti. La valutazione non ha mai valore assoluto, ma rappresenta comunque un modo oggettivo di

confronto tra materiale trattato e non trattato e tra prodotti diversi. Per la sua delicatezza, va affidata soltanto ad esperti scientifici con specifica esperienza nel settore della conservazione dei materiali lapidei.

#### *Pulitura*

Tutte le proprietà misurate (a, b, c, d, e, f) devono subire le minori variazioni possibili.

#### *Consolidamento*

- a) variazione ponderale: un incremento viene considerato positivo; tale dato ha significato solo nell'apprezzamento del materiale sperimentato, ma non per giudicare la bontà del trattamento;
- b) colore d'insieme: non si devono verificare apprezzabili variazioni;
- c) assorbimento d'acqua per capillarità: deve essere ridotto sia il coefficiente di assorbimento che il valore massimo dell'acqua assorbita;
- d) assorbimento d'acqua per immersione totale: la capacità di imbibizione deve essere ridotta;
- e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni: l'imbibizione deve essere minima;
- f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
- g) distribuzione porosimetrica: la porosità aperta integrale deve essere ridotta; la percentuale dei pori piccoli (diametro < 1 mm) deve avere il minimo incremento;
- h) permeabilità al vapor d'acqua: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
- i) profondità di penetrazione del consolidante: deve essere la massima possibile e con la massima omogeneità di diffusione;
- k) carico di rottura a compressione: deve subire un incremento.

#### *Protezione*

Valgono le stesse indicazioni date per la valutazione del consolidante. La misura dell'angolo di contatto deve registrare l'incremento più alto possibile.

**UNI 10921 Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.**

#### *Interventi di manutenzione ordinaria*

Gli interventi di manutenzione ordinaria devono seguire nel tempo quelli di manutenzione straordinaria. Essi hanno la finalità di prevenire o di fermare al primo apparire ogni nuova forma di degrado che può verificarsi anche nel caso di interventi eseguiti in modo assolutamente corretto, soprattutto quando non sia stato possibile rimuovere le cause che provocano determinati danni (ad es.: l'influenza dei fattori climatici). Gli interventi di manutenzione ordinaria comportano controlli ed opere di breve periodo, devono avere una periodicità definita (ad es.: annuale o biennale) e devono essere affidati a personale specializzato (come nel caso degli interventi straordinari). In linea di massima, la manutenzione ordinaria prevede:

- a) controllo della funzionalità dei sistemi di convogliamento delle acque e dell'efficienza delle coperture e degli eventuali impianti tecnici capaci di influire sulla conservazione del monumento;
- b) controllo ravvicinato e registrazione dello stato delle superfici, relativamente alla presenza di: depositi di polveri, guano, ecc.; formazioni di efflorescenze e loro natura; contenuti anomali di umidità nei materiali (valutati mediante misure non distruttive); soluzioni di continuità, fratture, fessure, ecc.; alterazioni da microrganismi e piante infestanti;
- c) eventuale esecuzione di: interventi di pulitura (spolverature, lavaggi con acqua nebulizzata); riparazioni di fratture, lesioni e simili, mediante stuccature con materiali definiti nel disciplinare; esecuzione di opere di protezione mediante applicazione di protettivi superficiali o coperture stagionali; esecuzione di disinfezioni e disinfestazioni.

## CAPO IV MODI DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

### Opere edili e di restauro

#### **Art. 73 – Demolizioni e rimozioni**

Le demolizioni relative ad opere di sottofondazione o all'eliminazione di stati critici di crollo o alla rimozione di materiale pregiato da ricollocare "in situ", dovranno essere effettuate con ogni cautela al fine di tutelare i manufatti di notevole valore storico. L'appaltatore dovrà prevedere altresì al preventivo rilevamento e posizionamento di quei segnali necessari alla fedele ricollocazione dei manufatti. La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate alla caduta di materiali.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza statica su strutture limitrofe. Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ecc., dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati.

Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

I materiali demoliti dovranno essere immediatamente allontanati, guidati mediante apposite canalizzazioni o trasporti in basso con idonee apparecchiature dopo essere stati bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto di qualsiasi materiale. Tutti gli sfabbricidi provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'amministrazione appaltante. Competerà, quindi, all'appaltatore l'onere della loro selezione, pulizia, trasporto e immagazzinaggio nei depositi dell'amministrazione o dell'accatastamento, nelle aree stabilite dalla D.L., dei materiali riutilizzabili e del trasporto a discarica di quelli di scarto.

Dovranno essere, altresì osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 07.01.1956, n. 164 (norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni) e nel D.M. 02.09.1968. Sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

#### **Art. 74 – Demolizioni di volte, di solai e di coperture**

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'appaltatore sarà obbligato ad attenersi oltre che alle norme riportate dall'art. "Demolizioni e rimozioni" del presente capitolato, anche, alle seguenti disposizioni.

*Coperture* – Operata, con ogni cautela, la dismissione del manto di copertura, delle canne fumarie e dei comignoli, 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, dovrà essere effettuata intervenendo dall'interno; in caso contrario gli addetti dovranno lavorare solo sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando tavole di ripartizione. Quando la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante supererà i 2 m, l'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre un'impalcatura; se la presenza di un piano sottostante non portante o inagibile non dovesse consentirne la costruzione, dovrà fornire agli addetti ai lavori delle regolamentari cinture di sicurezza complete di bretelle e funi per la trattenuta.

*Solai piani* – Demoliti e rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine, l'appaltatore, nel caso che non si dovessero dismettere i travetti, provvederà a fare predisporre degli idonei tavolati di sostegno per gli operai. I travetti dovranno essere sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature mediante il puntellamento, la sospensione ed il taglio dei travetti.

Le solette monolitiche in cemento armato prive di una visibile orditura principale, dovranno essere puntellate allo scopo di accertare la disposizione dei ferri di armatura. L'appaltatore dovrà, altresì, evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

*Solai a volta* – I sistemi per la demolizione delle volte si diversificheranno in relazione alle tecniche impiegate per la loro costruzione, alla natura del dissesto ed alle condizioni del contorno. L'appaltatore dovrà sempre realizzare i puntellamenti e le sbatacchiature che la D.L. riterrà più adatti ad assicurare la

stabilità dei manufatti adiacenti, anche, per controbilanciare l'assenza della spinta esercitata dalla volta da demolire. La demolizione delle volte di mattoni in foglio a crociera o a vela dovrà essere iniziata dal centro (chiave) e seguire un andamento a spirale. La demolizione delle volte a botte o ad arco ribassato verrà eseguita per sezioni frontali procedendo dalla chiave verso le imposte.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

### **Art. 75 – Scavi di accertamento e di ricognizione**

Gli scavi per l'accertamento e la ricognizione dei piani originari e, quindi, per l'eliminazione dei detriti e dei terreni vegetali di recente accumulo, verranno effettuati sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate dal personale tecnico incaricato dalla D.L. L'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza o meno di reperti "in situ" e, quindi, ad una preventiva indagine. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nell'ambito del cantiere e, in ogni caso, in luogo tale che non provochino danno o intralcio al traffico.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessate degli scavi. La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

### **Art. 76 – Scavi archeologici**

Gli scavi archeologici che dovranno comunque essere eseguiti a mano, si differenziano in base al tipo di terreno, alla giacitura delle strutture emergenti o sepolte, alle caratteristiche dei reperti, alla variabilità delle sezioni di scavo, ai diversi gradi di accuratezza della vagliatura delle terre e della cernita dei materiali, alla successiva pulizia, sistemazione e cartellinatura di quanto trovato in cassette e contenitori idonei. Sarà a totale carico dell'appaltatore l'assistenza all'eventuale preventiva quadrettatura dell'area di scavo, la pulizia dei cigli e dei testimoni, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura dei riferimenti stratigrafici.

Gli scavi si potranno effettuare solo dopo aver delimitato con precisione tutta l'area di cantiere ed avere ottenuto tutte le autorizzazioni degli organi competenti per tutela dei beni oggetto dello scavo e solo sotto la diretta sorveglianza del personale preposto. Gli scavi saranno eseguiti a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato ed opportunamente attrezzato. Gli scavi andranno distinti in base al tipo di terreno alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti o sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti. Si dovranno anche effettuare, se richiesto, lavorazioni con differente grado di accuratezza sia nella vagliatura delle terre che nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, con successiva allocazione e cartellinatura dei reperti in appositi contenitori e/o cassette. Saranno a carico dell'appaltatore la preventiva quadrettatura dell'area di scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei materiali in locali appositamente attrezzati.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessate degli scavi.

### **Art. 77 – Scavi subacquei e prosciugamenti**

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui all'art. "Scavi in genere", l'appaltatore, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse fare defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fugatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm 20 dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.

Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno

eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per prosciugamenti pratici durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessate degli scavi.

### **Art. 78 – Ponteggi**

*Generalità* – Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.

*Ponteggi ed impalcature* – Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisorie atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.P.R. 07 gennaio 1956, n. 164 e conformemente al D.Lgs. 81/2008.

L'appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi.

Per ponteggi superiori a m 20, di notevole complessità o fuori dagli schemi-tipo (come indicati nella autorizzazione) discende l'obbligo della stesura di una specifica verifica, di calcolo e della redazione del disegno esecutivo, redatti e firmati da un ingegnere o da un architetto abilitato all'esercizio della professione (art. 32 D.P.R. 164). Quando si è all'interno degli schemi-tipo la firma e le generalità possono essere quelle del responsabile di cantiere. In questo caso, oltre alla prima documentazione va tenuta in cantiere anche questa seconda documentazione.

Il calcolo dei ponteggi va redatto attenendosi alle istruzioni approvate nella autorizzazione ministeriale. Poiché nella valutazione delle ipotesi di carico la considerazione circa il sovraccarico dovuto a neve e a vento si fonda su schemi esemplificativi, anche nel caso di ponteggi inferiori a m 20 è necessario effettuare un apposito calcolo, qualora per l'esposizione e l'altitudine della località debbano ricorrere condizioni particolarmente severe di vento e neve (circ. gennaio 1969).

È consentito montare sul ponteggio tabelloni pubblicitari, graticciati, teloni, reti o altre schermature, solo a condizione che siano prese le necessarie cautele costruttive (aumento degli ancoraggi, diagonali), sulla base di un calcolo firmato, in relazione all'azione del vento presumibile per la zona dove il ponteggio è installato (circ. 149/85 e norme CNR-UNI 10012/67 p. 3-4).

Ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere (art. 37 D.P.R. 164).

L'appaltatore, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

#### *a) Ponteggi in legno:*

- sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;
- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traversine in legno). Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un ml;
- l'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml 1,20 l'ultimo piano del ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore ai ml 3,60;
- l'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;
- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanza non superiore a due ml, dovranno poggiare su "gattelli" di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (aggancia ponti);
- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml 1,20;
- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituite da elementi prefabbricati costituiti da materiali metallici o da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, aventi fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza). Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm;
- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dal tavolato;
- le tavole fermapiède, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

#### *b) Ponteggi metallici:*

- l'appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere. Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall'art. 14 del D.P.R. 07.01.56 n. 164;
- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;
- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico. La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante;
- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;
- i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;
- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml 1,80 da asse ad asse;
- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;
- gli intavolati lignei andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

*c) Ponteggi metallici autosollevanti*

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignone-cremagliera dell'impalcato costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, ai sensi dell'art. 30 del citato D.P.R., di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegate alla richiesta di autorizzazione. Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di controllo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.

Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche. La normativa vigente assimila i ponteggi autosollevanti ai ponteggi metallici fissi, disciplinandoli con il capo V del D.P.R. 164, di conseguenza, per il loro utilizzo è necessaria l'autorizzazione ministeriale, da richiedere per ciascun tipo di ponteggio (art. 30 D.P.R. 164). L'autorizzazione ministeriale, corredata da istruzioni, schemi e disegni esecutivi, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza. (art. 34 D.P.R. 164 – Circolare del Ministero del Lavoro 39/80 del 15.5.1980 "Attrezzature di cui al capo V del D.P.R. 164/56" – Circolare del Ministero del Lavoro 97/87 del 1.9.1987 "Relazioni tecniche per i ponteggi a piani di lavoro autosollevanti. Istruzioni per la compilazione").

Sotto il profilo della sicurezza questo tipo di attrezzatura rientra nel normale insieme di controlli legati alla vigilanza antinfortunistica da parte dei tecnici degli organi preposti, USSL e Ispettorato del Lavoro. Le principali misure di sicurezza cui riferirsi per i ponteggi metallici autosollevanti fanno capo al D.P.R. 164 in riguardo alle circolari 39/80 e 97/87 e al D.P.R. 547, in riguardo, per la parte elettrica, alle Norme C.E.I.

*d) Parapetti*

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Viene definito "normale" un parapetto che:

- sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione;
- abbia una altezza utile di almeno m 1;
- sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed inferiore – sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione (art. 26 D.P.R. 547);

Viene definito parapetto "normale con arresto al piede" quello dotato di fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno cm 20. Scopo di questa fascia è quello di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante, nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Nei ponteggi i parapetti dovranno essere del tipo con arresto al piede e non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm 60 tra il passamano e la tavola fermapiede. I correnti e la tavola fermapiede vanno sempre applicati dalla parte interna dei montanti o degli appoggi sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso. (art. 24 D.P.R. 164).

È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

*e) Andatoie e passerelle*

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisorie, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.

La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiède (art. 29 D.P.R. 164).

#### *f) Ponti su cavalletti*

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare il parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.

Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
- realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
- far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quanto altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento. La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

#### *g) Ponti a sbalzo*

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. 164).

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggiati su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza (art. 26 D.P.R. 164).

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno (art. 5 D.P.R. 164).

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare eventuali anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori si farà riferimento alla Circolare del Ministero del Lavoro n. 46/2000 dell' 11 luglio 2000 – Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi di cui all'art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164.

Nella circolare i controlli da eseguire vengono schematizzati in tabelle che riportano l'indicazione degli elementi da controllare, il tipo di verifica, le modalità di verifica, visivo e/o funzionale e infine i provvedimenti necessari a risolvere eventuali problemi riscontrati. Le tabelle della circolare si riferiscono ai "singoli elementi", a "ponteggi con traversi e montanti prefabbricati" e a "ponteggi metallici a tubi e giunti"; la parte finale della circolare fornisce brevi ma chiare indicazioni sulle verifiche da effettuare durante l'uso dei ponteggi metallici fissi.

### **Art. 79 – Opere provvisionali**

**Puntelli** – Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L. Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

**Centine** – Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei seguenti sistemi:

1. *centine fisse* – l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.
2. *centine a sbalzo* – l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).
3. *centine miste* – nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.
4. *centine scorrevoli o girevoli* – l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L, progettando, calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).

Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per la imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza delle opere provvisionali alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti.

### **Art. 80 – Malte. Qualità e composizione**

**Generalità** – Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro. 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. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio in oggetto.

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.

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 modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume nel seguente modo (D.M. 9 gennaio 1987):

- malta idraulica (classe M4) – Composizione: calce idraulica. (1); sabbia (3)
- malta pozzolanica (classe M4) – Composizione: calce aerea (1); pozzolana (1)
- malta bastarda (classe M4) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5)
- malta bastarda (classe M3) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5); pozzolana (1)
- malta cementizia (classe M2) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (0,5); sabbia (4)
- malta cementizia (classe M1) – Composizione: cemento (1); sabbia (3).

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante. Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionata anche con additivi, preventivamente sperimentata, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

- 12 N/mm<sup>2</sup> (120 Hgf/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M1
- 8 N/mm<sup>2</sup> (80 Hgf/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M2
- 5 N/mm<sup>2</sup> (50 Hgf/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M3
- 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 Hgf/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M4.

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.

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO:**

**UNI 10924 Beni culturali – Malte per elementi costruttivi e decorativi – Classificazione e terminologia.**

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

### **Art. 81 – Malte e conglomerati**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere le seguenti proporzioni:

- a) Malta comune:
 

Calce spenta in pasta	mc 0,26 – 0,40
Sabbia	mc 0,85 – 1,00
- b) Malta comune per intonaco rustico (rinzafo):
 

Calce spenta in pasta	mc 0,20 – 0,40
Sabbia	mc 0,90 – 1,00
- c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura):
 

Calce spenta in pasta	mc 0,35 – 0,45
Sabbia vagliata	mc 0,800
- d) Malta grassa di pozzolana:
 

Calce spenta in pasta	mc 0,22
Pozzolana grezza	mc 1,10
- e) Malta mezzana di pozzolana:
 

Calce spenta in pasta	mc 0,25
Pozzolana vagliata	mc 1,10
- f) Malta fina di pozzolana:
 

Calce spenta in pasta	mc 0,28
Pozzolana vagliata	mc 1,05

- g) Malta idraulica:  
 Calce idraulica q.li 3-5  
 Sabbia mc 0,90
- h) Malta bastarda:  
 Malta di cui alle lettere a), e), g) mc 1,00  
 Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 1,50
- i) Malta cementizia forte:  
 Cemento idraulico normale q.li 3-6  
 Sabbia mc 1,00
- l) Malta cementizia debole:  
 Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 2,5-4  
 Sabbia mc 1,00
- m) Malta cementizia per intonaci:  
 Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 6,00  
 Sabbia mc 1,00
- n) Malta fina per intonaci:  
 Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo staccio fino
- o) Malta per stucchi:  
 Calce spenta in pasta mc 0,45  
 Polvere di marmo mc 0,90
- p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana:  
 Calce comune mc 0,15  
 Pozzolana mc 0,4  
 Pietrisco o ghiaia mc 0,80
- q) Calcestruzzo in malta idraulica:  
 Calce idraulica q.li 1,5-3  
 Sabbia mc 0,40  
 Pietrisco o ghiaia mc. 0,80
- r) Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.:  
 Cemento q.li 1,5-2,5  
 Sabbia mc 0,40  
 Pietrisco o ghiaia mc 0,80
- s) Conglomerato cementizio per strutture sottili:  
 Cemento q.li 3-3,5  
 Sabbia mc 0,40  
 Pietrisco o ghiaia mc 0,80

Quando la direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla direzione, che l'appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita. L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegandola minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella collegio 5.11.1971 n. 1086.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

### **Art. 82 – 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. L'impiego degli additivi dovrà essere autorizzato dalla D.L. in relazione alle necessità ed alle esigenze della messa in opera, della stagionatura, della curabilità, ecc. Dovranno essere conformi alle norme UNI relative alla loro classe di appartenenza. Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dalla D.L. l'impiego di additivi reoplastici.

*Malte additivate con agenti antiritiro e riduttori d'acqua* – Trattasi di malte additivate 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
- 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 imprimitura 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).

*Malte espansive* – Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati in tutte quelle lavorazioni che prevedono incollaggi 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.

*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/mm<sup>2</sup>, da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cm<sup>2</sup>. 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.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato. Il prelievo verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

#### **Art. 83 – Malte preconfezionate**

Trattasi di malte a dosaggio controllato studiate per il superamento dei limiti presentati dalla dosatura manuale delle malte additivate in quanto queste ultime non garantiscono il controllo della percentuale d'espansione che potrebbe risultare eccessiva in rapporto all'elevato degrado delle murature o delle strutture per la difficoltà di:

- dosare la quantità ottimale di additivo/cemento e cemento/inerti
- dosare gli additivi ad effetti differenziati
- controllare la granulometria.

Queste malte dovranno essere del tipo confezionato con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie quarzo sferoidali (Silice = 99% – durezza Mohs = 8) siano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati. Gli additivi che garantiranno l'adesione ai substrati, l'inerzia chimica e le notevoli risposte alle sollecitazioni, verranno attivati dall'esatta miscelazione con quantitativi prestabiliti d'acqua. Variando il quantitativo d'acqua da 3 a 6 lt per ogni sacco di malta, si otterrà un impasto a consistenza più o meno fluida.

L'appaltatore sarà tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle malte, a prelevare, in presenza ed a richiesta della D.L., dei campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate che impiegherà nel corso dei lavori al fine di produrre le pattuite prove ed analisi da effettuare durante il corso dei lavori o al collaudo.

Gli agenti espansivi dovranno assicurare in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0,04 a 0,12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3,5 MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura. Le malte preconfezionate potranno essere usate per ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.

Per la preparazione delle malte saranno necessari, oltre i normali attrezzi di lavoro, dei recipienti dalla capacità adatta a contenere i quantitativi di prodotto lavorabili (30-60 minuti per la presa) ed appositi miscelatori elicoidali o piccole betoniere.

L'appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso 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.

In presenza di temperature elevate, di forte umidità ambientale e di gelate, fattori che potrebbero influenzare i tempi di lavorabilità della malta, l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà variare sensibilmente i quantitativi d'acqua occorrente oppure utilizzare acqua calda o fredda.

L'impiego di malte premiscelate pronte per l'uso è consentito purché, ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli altri eventuali additivi.

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati (art. "Malte additivate") il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa (D.M. 9 gennaio 1987).

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove

scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

#### **Art. 84 – Conglomerati di resina sintetica**

Dovranno essere confezionati miscelando con i relativi indurimenti resine sintetiche, sabbie di quarzo di varia granulometria ed agenti tixotropizzanti. I conglomerati di resina sintetica, una volta induriti, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- notevoli proprietà di adesione
- elevate resistenze sia meccaniche che chimiche
- rapido sviluppo delle proprietà meccaniche.

Essendo numerose le possibilità di applicazione, occorrerà variare la fluidità, conformemente alle prescrizioni di progetto, in funzione della natura dei materiali, della loro porosità e delle finalità della lavorazione. I conglomerati dovranno in ogni modo assicurare:

- ottima capacità d'indurimento anche a basse temperature
- sufficiente adesione anche in presenza di umidità
- assorbimento capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto
- tempi di lavorabilità sufficienti anche in periodo estivo.

Per la preparazione dei conglomerati sintetici si dovranno utilizzare apposite betoniere o mescolatrici da 10-25 kg da impiegare esclusivamente per le resine. Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resina e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione, ai bollettini tecnici dei produttori e considerando che, in genere, il rapporto resina/indurente consigliato tollera un'approssimazione del 5-10% pena l'irrimediabile decadimento sia delle caratteristiche meccaniche che di quelle di resistenza chimica.

Resta tassativamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità d'indurente in quanto l'appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del produttore.

L'applicazione dei conglomerati sintetici, poiché sia la temperatura che il tasso di umidità influenzano negativamente la reazione fra la resina e l'indurente e quindi la qualità dell'intervento, dovrà essere eseguita quando le condizioni atmosferiche lo consentano. I risultati migliori si otterranno lavorando con temperature non inferiori ai 15°C e con umidità reattiva del 50-60%. Temperature più basse o forte umidità potrebbero provocare, impiegando alcuni tipi d'indurente, tempi di presa più lunghi ed un indurimento irregolare e difettoso.

Le superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere opportunamente predisposte secondo quanto prescritto dal produttore. Le fessure dovranno essere allargate con traccia a V, spolverate e trattate con una miscela fluida priva di cariche.

I ferri e i metalli, spesso unti e corrosi dalla ruggine, dovranno essere accuratamente puliti con i metodi ed i materiali prescritti dalla D.L. In generale, l'appaltatore sarà tenuto, rispettando le precauzioni consigliate dal produttore, a fornire agli operai gli indumenti adatti (guanti, visiere, ecc.) onde evitare non solo ogni contatto con la pelle e con gli occhi ma, anche, le esalazioni della miscela o dei singoli componenti.

Sarà, quindi, obbligato a far preparare e maneggiare il composto all'aperto o in luoghi ventilati e a fare osservare le norme di sicurezza.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

#### **Art. 85 – Costruzione di murature – Generalità**

La costruzione delle murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita conformemente a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008 (norme tecniche per le costruzioni). Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capochiave 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, cessi, orinatoi, lavandini, immondizie, 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, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

Le costruzioni 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, coi 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, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale 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 vengono adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 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; quelle di discesa delle immondizie saranno intonacate a cemento liscio. 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 imposte per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'originale delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto. La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi aventi la natura e le dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico. Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato impermeabile; la muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo indurimento.

A norma delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008, lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150 mm
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200 mm
- muratura in elementi resistenti artificiali forati	240 mm
- muratura di pietra squadrata	240 mm
- muratura di pietra listata	400 mm
- muratura di pietra non squadrata	500 mm

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

### **Art. 86 – Murature e riempimenti e pietrame a secco**

a) *Murature in pietrame a secco* – Dovranno essere eseguite con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro; scegliendo per i paramenti quelle di maggiore dimensione, non inferiore a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di cm 30; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche a più ordini, per lo scolo delle acque.

b) *Riempimenti per pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchi di consolidamento e simili)* – Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano e su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

### **Art. 87 – Murature di pietrame con malta**

La muratura risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di mc 0,45 per metro cubo di muratura. La muratura sarà eseguita facendo gettate alternative entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta. La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi. Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legame in guisa da evitare la dispersione della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perchè le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta. La muratura in pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta. Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della direzione dei lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza nelle connessioni fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Nelle

murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiore dimensione, con faccia esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico a faccia vita e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati. Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità del materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro. Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto all'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 88 – Paramenti per le murature di pietrame**

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta)
- b) a mosaico greggio
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra le migliori e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm 25. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 8. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di mm 0,25 e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero uguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati i conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 10 nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 25; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20. In entrambi i paramenti a corsi, lo sfasamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessioni avranno larghezza non maggiore di un centimetro. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa

penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegnino nettamente e senza sbavature.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 89 – 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 connessioni alterate 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 defluisca e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione 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 connessioni orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

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 connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 90 – Pareti di una testa ed un 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. 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.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

### **Art. 91 – Murature miste**

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando il numero richiesto di filari di mattoni ogni metro di altezza di muratura di pietrame. 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 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, le latrine, 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 direzione dei lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

### **Art. 92 – Integrazione e ripristino delle murature**

*Generalità* – Nei lavori di risanamento delle murature di edifici antichi sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Non dovranno, quindi, essere utilizzate indiscriminatamente le tecniche del moderno cantiere edilizio. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

### **Art. 93 – Sarcitura delle murature mediante parziale sostituzione. Tecnica del "cuci e scuci"**

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 potere 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 (o della natura stabilita dagli elaborati di progetto) e malta magra di cemento o di calce idraulica, ammorstando 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.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto all'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 94 – Fissaggio dei paramenti originari**

In presenza di porzioni superstiti di paramenti antichi aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), 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 di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate 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).

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 95 – Sigillatura delle teste dei muri**

Per una buona conservazione delle strutture murarie, si dovrà prevedere la formazione di un volume di sacrificio sulla cresta delle murature. Tale volume si diversificherà a seconda del tipo, dello spessore e della natura della muratura. L'esecuzione di tale volume dovrà chiaramente distinguersi dalle strutture originarie pur accordandosi con esse. L'appaltatore provvederà alla risarcitura, al consolidamento ed alla limitata ricostruzione della struttura per la rettifica e l'integrazione delle lacune secondo i modi indicati per i nuclei e paramenti; quindi, procederà alla realizzazione di uno strato di conglomerato capace di sigillare e smaltire l'acqua piovana. Tale strato dovrà, in genere, essere eseguito armonizzando l'inerte, la pezzatura e la sagoma con l'originaria muratura sottostante mediante "bauletti" realizzati in "cocciopesto", malta bastarda e scaglie di mattoni, ecc. Si potranno additivare le malte con prodotti di sintesi chimica solo dietro autorizzazione della D.L.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

#### **Art. 96 – Tagli delle murature con la seghe**

L'appaltatore utilizzerà questo sistema preferibilmente per il taglio di murature composte da filari orizzontali e giunti di malta di spessore uguale o superiore al centimetro. A queste condizioni il taglio, che avrà quindi approssimativamente lo spessore della sega (circa 8 mm), potrà avvenire piuttosto agevolmente nell'ambito dello spessore del giunto di malta, eseguito a tratti orizzontali della lunghezza di circa un metro. La macchina, in funzione dei lavori da eseguire, può essere una piccola sega manuale oppure, per opere più impegnative, può essere costituita da un'apposita impalcatura fissa o un carrello su quattro ruote da fare scorrere rispettivamente in senso verticale o orizzontale su palanche parallele fissate all'impalcatura o poggiate al suolo ed opportunamente livellate. La sega a motore regolabile sarà, ove non prescritto diversamente, del tipo a catena fra due puleghe dentate.

Nell'eseguire i lavori l'appaltatore utilizzerà tutte le cautele per la salvaguardia dell'opera previste nell'articolo del seguente capitolato relativo alle demolizioni.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

#### **Art. 97 – Tagli della muratura con carotatrici**

In questo sistema il mezzo meccanico per il taglio è costituito da un carotiere ad asse orizzontale azionato da un motore elettrico. Il carotiere deve operare in completa assenza di vibrazioni tramite moto rotativo uniforme in grado di perforare murature di qualsiasi spessore e natura

Il sistema di taglio prevede la realizzazione di una serie di perforazioni consecutive ed adiacenti, aventi il diametro richiesto per lo specifico taglio. Le parti di muratura residua dovranno essere asportate con una seconda serie di perforazioni. Il numero delle perforazioni da eseguire è conseguente al loro diametro. Con diametro medio di mm 30-35 si faranno quindici perforazioni per un taglio di lunghezza di circa cm 40-45. Una volta eseguito il taglio meccanico della muratura andrà effettuata la pulizia del segmento con aria compressa.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

#### **Art. 98 – Tagli della muratura con filo**

Il sistema utilizzato è analogo a quello normalmente usato nelle cave per il taglio delle pietre e dei marmi; viene utilizzato anche per pareti in calcestruzzo di cemento armato. Questo sistema verrà utilizzato esclusivamente su pareti di elevato spessore, dove è impossibile utilizzare le normali seghe a catena.

La macchina è costituita da una grossa puleggia motrice che fa ruotare il filo segante e, nel contempo, lo tiene in tensione con un sistema idraulico che agisce sull'asse della stessa puleggia motrice.

Il grande vantaggio del sistema è costituito sia dalla massima riduzione vibrazioni legate a qualsiasi altro sistema di taglio meccanico che dalla completa assenza di rumorosità.

Nella realizzazione di queste opere l'appaltatore sarà tenuto ad utilizzare esclusivamente personale qualificato.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

#### **Art. 99 – Consolidamento delle murature – Generalità**

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria. Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 2 luglio 1981 n. 198, dalle successive Circolari Ministeriali n. 21745 e n. 27690, da D.M. 27.07.1985, dal D.M. 20 novembre 1987 e dal D.M. 14.01.2008. Ove le opere di consolidamento dovessero rientrare nell'ambito di competenza e di applicazione del citato D.M. 20 novembre 1987, l'appaltatore sarà tenuto:

- ad eseguire, a suo carico, le verifiche di stabilità in essa previste affidandone la redazione ad un tecnico abilitato fornendone una relazione particolareggiata alla D.L. ed all'amministrazione appaltante nei termini stabiliti dall'art. "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore" del presente capitolato;
- ad affidare la direzione della realizzazione dei lavori di consolidamento ad un tecnico abilitato comunicandone all'amministrazione il nominativo e la relativa accettazione dell'incarico;
- nei casi in cui esista il rischio di crolli e sussistono particolari condizioni di pericolo, ad eseguire i lavori in concomitanza di un efficiente sistema elettronico di monitoraggio strutturale.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto

apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988 e successive modifiche ed integrazioni.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 100 – 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. L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a cartonaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.). In seguito, l'appaltatore 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 (in genere 2 o 3 ogni mq) 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 (1,5-2,0 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 sconnessioni 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 rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

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'ideale pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'ideale 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 inseguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone.

Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiaccia 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 kg/cmq 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 ml di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni". Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata. Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988 e successive modifiche ed integrazioni.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

#### **Art. 101 – Consolidamento mediante iniezioni armate**

Le modalità operative, simili a quelle previste per le iniezioni di malte leganti, avranno la finalità di assicurare alla muratura un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione. Durante i lavori di consolidamento, l'appaltatore dovrà inserire nei fori delle barre metalliche opportunamente distanziate il cui schema distributivo, l'inclinazione ed il calibro saranno scelti dalla D.L. in funzione dei dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo dell'edificio o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori agli equilibri dei carichi.

I lavori dovranno essere condotti in modo da realizzare, all'interno della muratura, una struttura solidamente interconnessa. Le armature saranno costituite da tondini in acciaio inossidabile, normali o ad aderenze migliorata, con le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto o ordinate dalla D.L.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988 e successive modifiche ed integrazioni.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

### **Art. 102 – Consolidamento mediante paretine di contenimento**

Questo tipo di consolidamento, particolarmente efficace per strutture molto degradate, verrà eseguito facendo aderire su ambedue i lati della superficie muraria delle lastre cementizie gettate in opera su dei reticoli elettrosaldati da collegare tramite tondini d'acciaio.

L'appaltatore, quindi, dovrà 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 lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'aiuto di un forte getto d'aria compressa. Saranno eseguite delle perforazioni in senso obliquo (almeno 6 per m) e passanti al cui interno verranno collocati i tondini di acciaio, del tipo e del diametro richiesti dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L. (minimo 4-6 mm), lasciandoli sporgere dalla struttura per almeno 10 cm da ogni lato. Si dovranno stuccare, quindi, le lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta e posizionare, su ambedue i lati del muro, reti elettrosaldate con diametro e maglia richiesti dagli elaborati di progetto o comandati dalla D.L., avendo cura di rivoltarle per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli laterali. Le reti, inoltre, andranno saldamente collegate alle barre.

Sulla struttura preventivamente bagnata sarà applicato uno strato di malta la cui natura, preparazione e formulazione dovranno essere quelle prescritte dal progetto o dalla D.L. L'appaltatore dovrà tenere presente che:

- per ottenere spessori intorno ai 5-10 cm dovrà ricorrere al getto in casseformi
- per ottenere spessori intorno ai 3-5 cm dovrà applicare la malta manualmente
- per ottenere spessori inferiori ai 3 cm dovrà metterla in opera a spruzzo.

La scelta dello spessore e del conseguente sistema di posa in opera dovrà essere rapportata al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è sottoposta. Per la sarcitura di lesioni isolate, anche di consistente spessore, in corrispondenza degli angoli fra strutture ortogonali di cantonali, d'incroci e martelli di muratura oppure in corrispondenza di aperture, la rete elettrosaldata potrà essere usata in strisce di 60-80 cm e, una volta posizionata su ambedue i lati del muro, collegata con tondini passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per sarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere di tipo antiritiro o espansivo.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

### **Art. 103 – Consolidamento mediante tiranti metallici**

I tiranti metallici dovranno essere applicati all'interno della muratura e fissati all'estremità con piastre atte alla distribuzione dei carichi. Una volta segnati i livelli e gli assi dei tiranti, l'appaltatore dovrà preparare la sede di posa dei tiranti mediante l'utilizzo di sonde esclusivamente rotative del diametro prescritto al fine di evitare ogni possibile disturbo all'equilibrio della struttura dissestata. Nel caso si dovesse preparare la sede di posa dei tiranti in aderenza ai paramenti esterni, l'appaltatore dovrà praticare nella muratura delle scanalature le cui sezioni, prescritte dagli elaborati di progetto, siano atte a contenere i piani di posa dei tiranti e delle piastre di ripartizione e le cui aree d'appoggio dovranno essere spianate con un getto di malta antiritiro.

I tiranti, una volta tagliati e filettati per circa 10 cm da ogni lato, andranno posti in opera e fissati alle piastre (dalle dimensioni e spesso prescritti) mediante dadi filettati avendo cura di predisporre, se richiesto, delle guaine protettive. Dopo l'indurimento delle malte usate per i piani di posa delle piastre, l'appaltatore, ove richiesto, metterà in tensione i tiranti mediante chiavi dinamometriche in modo che la tensione applicata non superi il 50% di quella ammissibile dal cavo d'acciaio. Infine, si salderanno i dadi filettati. La sede di posa dei tiranti, se posta all'interno della struttura, potrà essere riempita, dietro prescrizione della D.L., ricorrendo ad iniezioni di malte reoplastiche o di prodotti sintetici mentre le scanalature andranno sigillate con malta e rifiniti in modo da non compromettere l'aspetto del paramento murario.

Per garantire alla struttura le migliori prestazioni statiche, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati in corrispondenza dei solai o di altre strutture orizzontali mentre lo spazio fra due tiranti contigui dovrà essere ridotto al minimo. Il posizionamento delle piastre d'ancoraggio dovrà essere effettuato secondo le prescrizioni del progetto o della D.L.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

#### **Art. 104 – Consolidamento tramite incatenamenti e collegamenti**

Conformemente alle prescrizioni degli elaborati di progetto l'appaltatore collegherà tutti i muri al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione dovrà essere realizzato mediante cordolo in c.a. disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati, conformemente alle prescrizioni degli elaborati di progetto, tramite armature metalliche. Questi incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm<sup>2</sup> per ogni campo di solaio.

Ove previsti dagli elaborati di progetto, l'appaltatore realizzerà tutti i collegamenti prescritti fra i diversi elementi strutturali (travi dei solai con le murature, travi dei solai con le travi dei solai adiacenti, travi di copertura con cordolo di copertura, ecc.) costruendo e collocando in opera piccoli tiranti metallici dotati di tutti gli elementi di raccordo (piastre, zanche, viti, bulloni, ecc.) e realizzando tutte le opere di contorno (piccole demolizioni, perforazioni, sigillature, ecc.) che si rendono necessarie per dare il lavoro compiuto conformemente alle prescrizioni della D.L.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

#### **Art. 105 – Consolidamento mediante inserimento di cordoli in calcestruzzo di c.a.**

Nell'esecuzione di strutture in calcestruzzo di cemento armato l'appaltatore dovrà fornire le verifiche ed i calcoli prescritti dagli artt. "Generalità" nella sezione "Consolidamento delle murature e "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore". Dovrà realizzare le opere conformemente alle prescrizioni dell'art. "Murature di getto o calcestruzzi" utilizzando, tranne diverse prescrizioni, le miscele di cui all'art. "Malte e calcestruzzi" ed gli additivi aventi le caratteristiche di cui agli artt. "Materiali diversi" e "Malte additivate".

##### *Cordoli*

I cordoli realizzati in cemento armato, al fine di garantire l'efficacia di collegamento tra le strutture resistenti verticali ed orizzontali, devono essere realizzati rispettando le seguenti indicazioni:

– i cordoli, in corrispondenza dei solai di piano e di copertura devono avere larghezza pari a quella della muratura sottostante; è consentita una riduzione di larghezza fino a 6 cm per l'arretramento del filo esterno, per la realizzazione di elementi di coibentazione termica o di fasce marcapiano. L'altezza di detti cordoli deve essere almeno pari a quella del solaio, e comunque non inferiore a 15 cm l'armatura longitudinale deve essere costituita da ferri con diametro non inferiore a 16 mm e da staffe con diametro non inferiore a 6 mm poste ad interasse non superiore a 25 cm;

– nei solai le travi metalliche e i travetti prefabbricati devono essere prolungati nel cordolo per una lunghezza non inferiore alla metà della larghezza del cordolo stesso e comunque non inferiore a 12 cm; le travi metalliche devono essere munite di appositi ancoraggi.

La norma inoltre prescrive, in corrispondenza degli incroci d'angolo dei muri maestri perimetrali, zone di muratura su entrambi i lati di lunghezza pari ad almeno 1,00 m; tali lunghezze si intendono comprensive dello spessore del muro ortogonale.

##### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

#### **Art. 106 – Costruzione delle volte**

Le volte in genere saranno costituite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo a tenere conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

È data facoltà all'appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché, presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessioni disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedire lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta. In quanto alle connessioni saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di

muratura. Per le volte di pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessioni non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 10 all'estradosso. A tal uopo l'appaltatore per le volte di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali, quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte, onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Le imposte degli archi, piattabande e volte, dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire bene collegate ad esse. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a cm 20. Occorrendo impostare volte od archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani di imposta mediante i lavori che saranno necessari, e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'appaltatore. Per le volte oblique, i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti giusta la linea dell'apparecchio prescritto.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa, murati con cemento a pronta presa per formazione di volte a botte, a schifo, a crociera, a padiglione, a vela, ecc., e per le volte di scale alla romana, saranno seguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfianchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto. Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiera o fasce della grossezza di una testa di mattoni collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della direzione dei lavori. Le centinature saranno abbassate lentamente ed uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che da una parte il volto rimanga privo di appoggio, mentre, per l'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico

delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

### **Art. 107 – Costruzione dei solai**

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della direzione dei lavori, con solai di uno dei tipi descritti appresso. La direzione dei lavori ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio esse stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'appaltatore dovrà senza eccezioni eseguire le prescrizioni della direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appesi lumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla direzione dei lavori.

*a) Solai su travi e travicelli di legno* – Le travi principali a quattro fili di legno (forniti nell'essenza prescritta) avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico. I travicelli di cm 8 per 10 (forniti nell'essenza prescritta), pure a quattro fili, saranno collocati alla distanza, fra asse ed asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi. I vani sui travi, fra i travicelli, dovranno essere riempiti di muratura, e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaia fine.

*b) Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti* – Questi solai saranno composti delle putrelle, dei copriferri, delle voltine in mattoni (pieni o forati) o dei tavelloni o delle volterrane ed infine del riempimento.

Le putrelle saranno delle dimensioni fissate volta per volta dalla direzione dei lavori e collocate alla distanza, tra asse ed asse, che verrà prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad un metro. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere colorate a minio di piombo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle putrelle alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza), e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 metri, a distanza non maggiore di m 2,50, le voltine di mattoni pieni o forati, saranno eseguite ad una testa in malte comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.

Quando la freccia è superiore ai cm 5 dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe in ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi rinfiancate sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice, convenientemente crivellata e depurata da ogni materiale pesante, impastata con malta magra fino ad intasamento completo. Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente una sbuffatura di malta cementizia ad evitare distacchi dell'intonaco stesso.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità strutturale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori.

#### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

#### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 108 – Controsoffitti**

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe o distacchi dell'intonaco.

Al manifestarsi di tali screpolature la direzione dei lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'appaltatore il rifacimento a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Dalle facce inferiori di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appesi lumi. Tutti i legnami impiegati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce. La direzione dei lavori potrà prescrivere anche la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi da controsoffitti.

*a) Controsoffitto in rete metallica (camera canna) – I controsoffitti in rete metallica saranno composti:*

1. dell'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di cm 6 x 12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di cm 100;
2. dell'orditura di correntini in abete della sezione di cm 4 x 4 posti alla distanza di cm 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine ed ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
3. della rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di mm 1 circa, con maglie di circa mm 15 di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
4. del rinzaffo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
5. dell'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

*b) Controsoffitto tipo "Perret" – I controsoffitti eseguiti con materiale speciale tipo "Perret", "Italia" o simili saranno costituiti da tavelline sottili di cotto dello spessore di cm 20,5 armate longitudinalmente da tondini di acciaio annegato in malta a q.li 3 di cemento Portland per cm di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro posti a opportuna distanza. La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.*

*c) Controsoffitto in graticcio tipo "Stauss" – I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo "Stauss" o simili saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di fili di ferro ricotto del diametro di maglie mm 1 a maglie mm 20 di lato aventi gli incroci annegati in crocettine di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurano alla malta una buona superficie di aderenza.*

Dette strisce, assicurate agli estremi a tondini di ferro da mm 8 almeno, ancorati a loro volta nelle murature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di cm 25, ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavallotti intermedi (a distanza di circa m 0,40) ed occorrendo mediante irrigidimenti di tondino di ferro da mm 3 in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti.

Per l'impalcatura si procederà come per un controsoffitto normale: la malta gettata con la forza contro il graticcio deve penetrare nei fori tra le varie crocette, formando al di là di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete.

Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune (lett. a) che del tipo "Stauss" (lett. c) dovrà seguire le sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte, ed essere fissate ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

d) *Controsoffitti in pannelli modulari prefabbricati su struttura autoportante* – I controsoffitti a pannelli prefabbricati verranno montati sulle apposite strutture portanti costituite dai materiali, dai profili, dalle sezioni e dagli spessori prescritti negli elaborati di progetto seguendo i tempi e le modalità suggerite dal produttore.

I pannelli, conformi alle caratteristiche di imputrescenza, resistenza al fuoco, fonoassorbimento e termoisolamento prescritti dagli elaborati di progetto e dalle relative norme UNI, andranno montati con il numero di clips, di molle a scatto od altri sistemi di fissaggio previsti dal produttore.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

#### a) *Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

#### b) *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 109 – Costruzione delle coperture – Generalità**

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro o cemento armato, il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla direzione dei lavori. Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sulla quale sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno od in laterizi.

Sottomanto in legno – Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di cm 2,5 piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.

Sottomanto di pannelle o tavelline – Il sottomanto di pannelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini del tetto le pannelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legami e le connessioni non siano maggiori di mm 6. Le dette connessioni saranno stuccate con malta idraulica liquida.

I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.

Sottomanto in lastre ondulate – potrà essere eseguito nei seguenti tipi:

- con lastre ondulate normali spessore mm 5,5 a 6
- con lastre ondulate alla romana spessore mm 5,5
- con lastre ondulate alla toscana spessore mm 5,5
- con lastre piane alla francese spessore mm 4.

In ogni caso le lastre verranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm 25 con orditura di listelli pure in abete della sezione da cm 4 x 4 a 7 x 7 a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi o viti, renelle triple in piombo, ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da cm 5 a 8; i colmi ed i prezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

a) *Copertura di tegole curve o coppi* – La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurare con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo colla convessità rivolta in alto, similmente accavallate per cm disposte in modo che ricoprano la connessione fra le tegole sottostanti, le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. Il

comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate su letto di malta. La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4/5.

*b) Coperture in tegole alla romana* – La copertura in tegole alla romana (o “maritate”) composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di coperture a secco dovrà eseguirsi con malta idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa, ecc. In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.

*c) Copertura di tegole piane* – Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armature di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legatura di filo di ferro zincato, grosso mm 1 circa, il quale, passando nell’orecchio esistente in riporto nella faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correntini o dei listelli. Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di cm 4-3 a distanza tale, tra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare. Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomanto di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta grosso da cm 4 a cm 5, ed essere suggellate accuratamente ogni tegola con la malta stessa. In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all’altro.

Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica, inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aereazione.

In tutti i tipi di coperture, se prescritto, dovranno essere applicate delle converse (lamiera zincata, lastre di piombo o rame) a protezione degli impluvi e degli incontri delle falde con le murature di camini, abbaini, ecc.

*d) Coperture in rame* – Il rame per coperture, sagomato e posto in opera conformemente agli elaborati di progetto, avrà le caratteristiche richieste dalle **UNI 5649** (parte 1) e **UNI 3310** e potrà essere costituito da lastre, nastri o tegole continue modulari o elementi gregati preformati a freddo.

Gli elementi di tenuta (lastre e nastri) verranno fissati al piano di posa mediante linguette di ancoraggio in rame da 0, 6 mm fissate al sottofondo esclusivamente con chiodi e viti autofilettanti in rame o con altre leghe metalliche resistenti alla corrosione; gli elementi di fissaggio verranno coperti con cappellotti di rame da saldare alla copertura. I chiodi, preferibilmente dentellati, avranno la testa larga, piatta ed a sezione circolare. Gli elementi di tenuta andranno connessi, in modo da assicurare continuità e tenuta, mediante l’esecuzione dei seguenti tipi di giunzione conformemente a quanto previsto dagli elaborati di progetto:

– giunti a doppia aggraffatura: una volta tagliato il nastro di rame alla lunghezza necessaria, esso verrà sbordato in senso longitudinale ottenendo delle canalette da posare ed affiancare sulla struttura portante, avendo cura d’interporre (chiodandole in file parallele e con un interasse di circa cm 50) fra due lastre contigue, un filare di linguette di collegamento in rame sagomato. La giunzione verrà eseguita ripiegando i bordi delle canalette affiancate;

– giunti a tassello: una volta tagliato il nastro di rame alla lunghezza necessaria, esso verrà fissato (con le modalità già descritte) su travetti di legno disposti perpendicolarmente alla linea di gronda; sui travetti e sui bordi di due lastre adiacenti verrà in seguito fissato (come descritto in precedenza) un coprigiunto in rame;

– giunti misti: in relazione al posizionamento delle lastre prescritto negli elaborati di progetto e alla forma stessa della copertura i giunti trasversali verranno eseguiti mediante doppia aggraffatura, mentre i giunti longitudinali potranno essere sia del tipo a doppia aggraffatura che del tipo a tassello.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell’esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e con la funzione attribuita all’elemento o strato considerato.

Potranno essere eseguite le seguenti prove e verifiche: sul collegamento tra i diversi strati funzionali; sulla realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni fra gli strati; sull’accuratezza dell’esecuzione dei bordi e dei raccordi. La direzione dei lavori potrà anche verificare: le resistenze meccaniche, l’adesioni e la connessioni fra strati, la tenuta all’acqua, ecc.

Alla fine dei lavori potrà eseguire prove di funzionamento simulando battenti di acqua, effettuando prove di carico, di resistenza alle azioni localizzate e di quanto altro potrà essere verificato direttamente in sito. L’appaltatore dovrà raccogliere e fornire all’amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 110 – Coperture a falde**

Le coperture a falde sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con o senza strato di ventilazione
- coperture con elemento termoisolante, con o senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente prescritto negli elaborati di progetto si intende che ciascuna delle categorie sarà composta dai seguenti strati funzionali conformemente alla:

**UNI 8178:1980 – 30/11/1980 – Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.**

- a) La copertura non termoisolata e non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
  - un elemento portante con funzioni strutturali;
  - uno strato di pendenza con i valori richiesti;
  - un elemento di tenuta all'acqua con la funzione di ottenere l'impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
  - un elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati.
- b) La copertura non termoisolata e ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
  - uno strato di ventilazione con la funzione di contribuire al controllo igrotermico delle coperture attraverso il ricambio d'aria naturale o forzato;
  - un elemento portante con funzioni strutturali;
  - uno strato di pendenza con i valori richiesti;
  - un elemento di tenuta all'acqua con la funzione di ottenere l'impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
  - un elemento di supporto.
- c) La copertura termoisolata e non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
  - un elemento termoisolante con funzione di ottenere il valore richiesto di resistenza termica globale della copertura;
  - uno strato di schermo (barriera al vapore) con la funzione di impedire, o di ridurre il passaggio del vapore d'acqua;
  - un elemento portante con funzioni strutturali;
  - uno strato di pendenza;
  - un elemento di tenuta all'acqua;
  - un elemento di supporto.
- d) La copertura termoisolata e ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
  - uno strato di ventilazione con la funzione di contribuire al controllo igrotermico delle coperture attraverso il ricambio d'aria naturale o forzato;
  - un elemento termoisolante con funzione di ottenere il valore richiesto di resistenza termica globale della copertura;
  - uno strato di schermo (barriera al vapore) con la funzione di impedire, o di ridurre il passaggio del vapore d'acqua;
  - un elemento portante con funzioni strutturali;
  - uno strato di pendenza;
  - un elemento di tenuta all'acqua;
  - un elemento di supporto.

L'appaltatore utilizzerà, nella realizzazione dei suddetti strati, esclusivamente i materiali prescritti rispettando le prescrizioni seguenti.

- 1) Per la realizzazione dell'elemento portante, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, farà riferimento alle prescrizioni del presente capitolato per calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture in legno.
- 2) Per la realizzazione dell'elemento termoisolante farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico prestando la dovuta attenzione nella corretta realizzazione delle giunzioni, dei fissaggi.
- 3) Per la realizzazione dell'elemento di supporto, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato per i prodotti di legno, per le malte di cemento, per i profilati metallici, per i getti di calcestruzzo. Durante l'esecuzione se ne dovrà verificare la rispondenza alle prescrizioni del progetto e la capacità di trasmettere i carichi all'elemento portante.
- 4) Per la realizzazione dell'elemento di tenuta all'acqua utilizzerà i prodotti previsti dagli elaborati di progetto. Nel corso della posa dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni, utilizzando idonei accessori (ganci, viti, eco) nel rispetto delle modalità esecutive previste dal progetto, consigliate dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Curerà in maniera particolare la realizzazione dei bordi e di punti particolari dove è prescritto l'uso di pezzi speciali coordinando anche le opere di completamento e di finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc).
- 5) Per la realizzazione dello strato di ventilazione attuerà una intercapedine d'aria provvista di idonee aperture di collegamento con l'ambiente esterno; le aperture saranno munite di griglie, o di aeratori capaci di garantire l'adeguato ricambio di aria e di limitare il passaggio di piccoli animali ed insetti. Nel caso di coperture con tegole posate su di un elemento di supporto discontinuo, la ventilazione potrà essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.

- 6) Per la realizzazione dello strato di barriera o schermo al vapore utilizzerà membrane di adeguate caratteristiche seguendo tutti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. In ogni caso per la posa in opera l'appaltatore dovrà seguire le prescrizioni del progetto e le indicazioni fornite dal produttore ove accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative a particolari condizioni ambientali.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

Potranno essere eseguite le seguenti prove e verifiche: sul collegamento tra i diversi strati funzionali; sulla realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni fra gli strati; sull'accuratezza dell'esecuzione dei bordi e dei raccordi. La direzione dei lavori potrà anche verificare: le resistenze meccaniche, l'adesione e la connessione fra strati, la tenuta all'acqua, ecc.

Alla fine dei lavori potrà eseguire prove di funzionamento simulando battenti di acqua, effettuando prove di carico, di resistenza alle azioni localizzate e di quanto altro potrà essere verificato direttamente in sito. L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

#### **Art. 111 – Sistemazione dei manti di copertura**

L'appaltatore dovrà effettuare la sistemazione del manto di copertura tramite l'accurata rimozione dei coppi ed il loro accatastamento entro l'ambito del cantiere, in modo da non gravare sulla struttura della copertura.

Il manto sarà ripulito manualmente utilizzando spazzole di saggina e l'appaltatore provvederà all'eventuale sostituzione degli elementi fratturati fino al 30-40% (se non diversamente specificato negli elaborati di progetto) con nuovi manufatti, di produzione artigianale o industriale, identici per forma, materiale e colore.

Al fine di garantirne la resistenza all'azione prodotta dagli agenti atmosferici, l'appaltatore dovrà utilizzare grappe fermacoppo in rame o gli altri sistemi previsti dagli elaborati di progetto. Il sistema di posa dovrà assicurare l'aerazione del sottotetto (superficie di aerazione almeno 1/5 della superficie totale del manto) tramite l'utilizzo di specifici dispositivi, di pezzi speciali e/o tramite la realizzazione di apposite fessure tra la linea di gronda ed i canali di raccolta delle acque. Ogni fessura andrà protetta con apposita rete in acciaio inossidabile, per evitare l'ingresso di volatili nel sottotetto e negli spazi sottocopertura la rete o gli altri dispositivi analoghi saranno fissati con viti o specifici chiodi.

Nella lavorazione sarà compresa la ricostruzione e/o posa in opera di colmi di vertice collocando i prescritti pezzi speciali o gli eventuali colmi diagonali sigillati mediante malta bastarda. Nella lavorazione sarà compresa, ove prescritto, la messa in opera di scossaline e/o di converse che, costruite con i materiali prescritti dagli elaborati di progetto, saranno poste ai bordi delle murature e fissate alla stessa con chiodi o saldate a stagno.

Sarà cura dell'appaltatore garantire la protezione della copertura con teli impermeabili al termine di ogni giornata di lavoro sino al suo completo recupero.

Prima della ricollocazione dei coppi l'appaltatore provvederà all'attenta verifica ed alla eventuale rettifica delle pendenze sia del manto di copertura che dei canali di gronda.

*Orditura e supporto dell'assito* – Prima di riposizionare il manto di copertura l'appaltatore dovrà effettuare la verifica, la manutenzione o il recupero dell'assito e della grossa orditura.

*Capriate* – Travi, travetti, travicelli, assito e dormienti se eccessivamente degradati, marcescenti e non più in grado di assolvere alla loro funzione verranno sostituiti con nuovi manufatti identici per dimensione ed essenza.

Qualsiasi intervento dovrà essere preventivamente preceduto da un'attenta operazione di pulitura dei manufatti, del sottotetto o dell'estradosso delle volte, utilizzando esclusivamente spazzole di saggina, aria compressa a bassa pressione o apparecchi di aspirazione.

Su tutte le parti lignee si dovrà effettuare, se prescritto dagli elaborati di progetto, un trattamento fungicida e antimuffa mediante l'applicazione del biocida prescritto. La stesura del prodotto dovrà garantire il deposito e l'assorbimento da parte del legno del quantitativo di prodotto per metro quadro consigliato dal produttore. Ove richiesto il trattamento sarà preceduto dalla pulizia con solventi compatibili dell'intera superficie al fine di eliminare tracce di unto o di depositi non eliminati con precedenti operazioni di pulizia.

Dopo i trattamenti biocidi si potrà procedere alla messa in opera, ove previsto, dello strato coibente direttamente sopra l'assito esistente utilizzando un'armatura di sostegno in listelli di abete fissati all'assito..

*Supporto in tavellonato* – Prima di riposizionare il manto di copertura l'appaltatore dovrà effettuare la verifica, la manutenzione o il recupero delle tavelle in cotto che andranno pulite e revisionate con il riempimento dei giunti di malta tramite malta di calce e la sostituzione degli elementi fratturati. L'appaltatore provvederà inoltre alla revisione dei raccordi e delle pendenze; utilizzerà, se prescritto malte

di argilla espansa o di corrispondenti aggregati leggeri al fine di uniformare le pendenze. Si terminerà la lavorazione tramite il posizionamento di manto coibente e/o del manto impermeabile.

*Sottocoperture impermeabili e/o termoisolanti* – Ove previsto dagli elaborati di progetto l'appaltatore dovrà posizionare delle lastre impermeabili utili a garantire una efficiente impermeabilizzazione e ad evitare, tramite specifiche dispositivi, lo scivolamento del manto di copertura.

L'appaltatore, conformemente alle prescrizioni di progetto dovrà impiegare lastre sottocoppo in fibrocemento, in resina rinforzata, in polipropilene e cemento, in laminato di poliestere rinforzato, in vetroresina o lastre ondulate bitume verniciate. Le lastre dovranno ovviamente garantire la completa impermeabilizzazione, facilità di posa e di assemblaggio.

Nel caso in cui è previsto il completo rifacimento dell'intero supporto (sostituzione completa di listelli e dell'assito), l'appaltatore provvederà, ove prescritto dagli elaborati di progetto, alla collocazione di sistemi ad elementi termoisolanti al fine di migliorare le condizioni termoigrometriche dei locali sottotetto. Saranno da privilegiare i sistemi che garantiscono l'opportuna ventilazione che permette di evitare il ristagno di umidità dovuta alla porosità dei prodotti, alla condensazione, alle eventuali infiltrazioni.

Per le sottocoperture impermeabili e termoisolanti, considerata la variabilità dei sistemi in commercio, l'appaltatore farà riferimento, nel corso della realizzazione delle opere, alle modalità di applicazione suggerite dal produttore ed approvate dalla D.L. utilizzando anche gli accessori ed i pezzi speciali specifici del sistema e necessari al fine di dare l'opera compiuta a regola d'arte.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire, l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 112 – Restauro dei solai e delle coperture – Sostituzioni e collegamenti**

*Generalità* – Gli interventi di sostituzione riguarderanno l'intera struttura sia nel caso che non potesse essere consolidata in modo economicamente conveniente sia nel caso in cui dovesse risultare del tutto irrecuperabile. Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti o elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Nel primo caso l'appaltatore avrà cura di procedere alla demolizione secondo le modalità e gli accorgimenti contenuti negli art. "Demolizioni e rimozioni" del presente capitolato. Il collegamento di una nuova struttura ai muri perimetrali, se non stabilito diversamente dalle prescrizioni di progetto o dalle direttive della D.L., verrà effettuato con le seguenti modalità.

*Strutture piane in legno* – Quando il collegamento ai muri perimetrali dovrà realizzarsi mediante cordolo in cemento armato, l'appaltatore farà demolire tratti di muratura al fine di creare dei vani a sezione tronco/conica di altezza analoga a quella del cordolo in modo da consentire l'alloggiamento di parti in cemento armato sagomate a coda di rondine aventi funzione di ancoraggio. Le armature degli ancoraggi verranno eseguite, secondo le prescrizioni di progetto, contemporaneamente a quelle del cordolo. L'interasse fra gli ancoraggi potrà variare in relazione alla consistenza del muro, alle dimensioni del solaio e dalle disposizioni di progetto. Se prescritto, si dovranno realizzare con il trapano dei fori nella muratura

in cui inserire le barre d'ancoraggio del cordolo. Tali fori avranno un'inclinazione rispetto al piano trasversale della muratura, inferiore ai 45 gradi. Essi saranno riempiti prima dell'inserimento degli ancoraggi con boiacca di cemento o resine secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Quando il cordolo verrà realizzato per cantieri, la sua armatura sarà posta in opera per tratti e l'appaltatore dovrà eseguire getti più corti di almeno 30 cm rispetto alla lunghezza di ciascun vano della muratura in modo da consentire ai ferri dell'armatura che dovranno essere di lunghezza tale da poterli sovrapporre a quelli dei cantieri adiacenti, di essere piegati e inseriti nel vano.

A getto eseguito, aperto il cantiere adiacente, i ferri dell'armatura verranno nuovamente stesi e collegati al tratto successivo. Infine, l'appaltatore farà ripristinare la muratura intorno alle teste dei travi, avendo cura di aerarle e/o trattarle secondo le prescrizioni della D.L.

Qualora non fosse prevista la realizzazione di cordoli, l'appaltatore dovrà eseguire nella muratura dei fori passanti, di forma tronco/conica, adatti al collegamento con i tiranti a coda di rondine. Questi ultimi, dovranno essere fissati ad un'estremità della trave mediante un'ideale chiodatura o bullonatura; l'altra estremità della trave sarà saldata ad una gabbia di tondini sagomati di forma tronco/conica che andrà alloggiata nel foro da riempire con la malta prescritta.

Se sarà richiesto dagli elaborati di progetto, il collegamento dovrà essere realizzato mediante tiranti a piastra, praticando un foro passante in direzione della lunghezza della trave. L'appaltatore, quindi, dovrà ricavare nella muratura una sede di forma tronco/conica di dimensione tali da accogliere la piastra metallica che dovrà poggiare su una base perfettamente spianata, ottenuta con getto di malta cementizia. Il tirante di acciaio dovrà avere la forma e le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto ed essere collegato ad un'estremità della trave per una lunghezza non inferiore agli 80 cm mediante un'ideale chiodatura o bullonatura; l'altro estremo dovrà terminare con una sezione piatta in cui verrà praticata un'asola di forma idonea a trattenere i cunei tenditori; questa estremità potrà essere filettata e collegata con un dado di acciaio.

*Strutture piane ad elementi metallici* – I collegamenti fra le travi ed i muri perimetrali potranno essere realizzati:

- murando direttamente ogni testa della trave, previa posa in opera di un'opportuna piastra di ripartizione. In questo caso, l'appaltatore dovrà saldare all'ala, nella parte che risulterà annegata nel conglomerato, degli spezzoni di tondini ripiegati ad uncino capaci di contrastare lo sfilamento della putrella. L'alloggiamento della trave da ricavare nella muratura, dovrà avere forma tronco/conica con la base maggiore rivolta verso l'esterno;

- realizzando (se il muro non potrà garantire la resistenza a carichi concentrati) un cordolo in cemento armato ricavato nella muratura sul quale appoggiare le putrelle.

In ogni caso, si dovrà prima liberare la struttura da tutti i carichi accidentali e procedere alla costruzione della puntellatura del solaio che dovrà essere forzata in modo da ridurre al minimo gli effetti del carico sulle travi esistenti.

*Struttura piana latero-cementizia* – Il collegamento con le murature perimetrali potrà essere realizzato mediante la formazione di un cordolo in cemento armato che l'appaltatore dovrà eseguire, in base alla consistenza dei muri ed alle prescrizioni di progetto, con il sistema dei cantieri alternati oppure dovrà ricavare nella muratura; il cordolo dovrà essere ancorato a quest'ultima mediante elementi a coda di rondine o spezzoni di ferro piegati e murati. Gli elementi di un'eventuale struttura aggiuntiva dovranno essere messi in opera alla quota stabilita con le necessarie puntellature; inoltre, le armature del cordolo con i relativi ancoraggi saranno inseriti nei vani appositamente ricavati e collegati con le teste delle travi. Se il cordolo verrà inserito solo parzialmente nello spessore della muratura, l'appaltatore dovrà predisporre la cassetta per la parte di cordolo che fuoriesce dal muro.

L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali

tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

### **Art. 113 – Solai – Sostituzione di travi in legno**

In caso d'integrale sostituzione di travi di legno, l'appaltatore dovrà puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con due fili di ritti da collocare parallelamente alle travi. Alla sommità dei ritti in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, dovrà essere collocato un architrave su cui verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Se la puntellatura dovrà poggiare sopra un solaio, i ritti dovranno essere disposti in modo da gravare su elementi sufficientemente resistenti; se, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio non offrirà sufficiente garanzie di resistenza, sarà necessario prolungare i ritti fino al solaio sottostante o scaricarli sulla muratura perimetrale. Per una migliore distribuzione dei carichi, l'appaltatore dovrà impiegare elementi atti alla ripartizione dei carichi (tavole in legno di idonea sezione inserite ai piedi dei ritti).

La trave, liberata della muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro autorizzazione della D.L., potrà essere tagliata. La nuova trave che dovrà corrispondere come essenza, qualità e dimensione ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto e alle caratteristiche tecniche stabilite dall'art. "Legnami" del presente capitolato, dovrà essere messa in opera ripristinando gli eventuali collegamenti metallici e contrastata chiodando di biette in legno.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di

accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

#### **Art. 114 – Sostituzione del tavolato esistente**

L'appaltatore, dopo aver puntellato o eventualmente rafforzato gli elementi della struttura onde 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 stabilite dall'art. "Legnami" del presente capitolato. Tali tavole dovranno avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere rifilate, intestate e collegate alla struttura mediante chiodi e tenoni. Il tavolato così realizzato, se richiesto, dovrà essere connesso alle murature adiacenti secondo le modalità indicate dal precedente art. "Sostituzioni e collegamenti".

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

#### **Art. 115 – Restauro delle strutture lignee – Generalità**

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:

- pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L.;
- analisi dettagliata delle parti da asportare e da ripristinare;
- puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il rivestimento dei carichi sulle parti sane o sulle murature adiacenti;
- accertamento delle cause del degrado della struttura;
- trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 116 – Ripristino di una struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata con conglomerati di resine e barre di armatura**

La trasmissione delle tensioni in lavori di ricostruzione di parti in legno mediante conglomerati di resina sarà affidata a 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 o ordinate dalla D.L. Una volta puntellata la struttura, l'appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone prospicienti l'elemento da ricostruire, di parti di pavimentazione, del manto di copertura con relativi tavolati di supporto, dei travetti di ripartizione e di parti della muratura che ammorsano la struttura; dovrà, quindi, asportare le parti di legno che a giudizio della D.L., non potranno essere risanate.

Ove espressamente richiesto, dovrà mantenere inalterata la sfoglia esterna del legno in modo da non arrecare documento a zone decorate e non interrompere il disegno delle fibre. L'appaltatore, inoltre, dovrà 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. La parte di legno degradata dovrà essere reintegrata con materiali dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle del legno sano.

L'appaltatore potrà utilizzare solo dietro autorizzazione della D.L., betoncini di resina il cui inerte sarà costituito da un composto ben amalgamato di farina e trucioli di legno, di canne e altre sostanze vegetali secche, assolutamente scevre di 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., saranno interamente trattate con idonee sostanze disarmanti. Il getto del betoncino dovrà essere eseguito conformemente alle norme relative al confezionamento delle resine sintetiche contenute nell'art. "conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato.

L'appaltatore, se richiesto, dovrà iniettare contemporaneamente al getto paste fluide di resina o di altri composti analoghi. Le casseforme potranno essere rimosse solo a presa avvenuta e la puntellatura potrà essere dismessa solo dopo la maturazione delle sostanze leganti

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto

apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 117 – Consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici**

Il consolidamento di una struttura lignea mediante l'utilizzo di elementi metallici di rinforzo potrà essere effettuato solo quando non sarà realizzabile nessun altro tipo di sistema o quando gli elementi risulteranno ricoperti da controsoffitti. Gli elementi metallici dovranno essere preventivamente puliti, sgrassati, trattati con idonee sostanze antiruggine e forati in modo da permettere il collegamento con la trave. L'appaltatore, realizzati i puntellamenti e le rimozioni, farà eseguire dei fori passanti lungo il piano longitudinale della trave; il diametro, la distribuzione e l'inclinazione (in genere 45 gradi) dei fori saranno stabiliti dagli elaborati di progetto.

Dovrà, quindi, sovrapporre un ferro piatto di dimensioni appropriate alla faccia della trave prevista dal progetto e praticare sul ferro, in corrispondenza dei fori, delle tacche; collegherà, infine, la piastra alla trave mediante chiodi metallici che serrerà con appositi bulloni.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle

lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 118 – Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso**

Trascorsi alcuni giorni l'appaltatore dovrà riportare in tiro le chivarde serrando ulteriormente i bulloni. Se i lavori di consolidamento dovranno necessariamente essere eseguiti all'estradosso delle travi, l'appaltatore, dopo aver rimosso la pavimentazione ed l'assetto di sottofondo, potrà eseguire i trattamenti preliminari previsti collocando in corrispondenza dell'estradosso delle travi dei profilati metallici dalle dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto. Realizzerà, quindi, i collegamenti tra la trave in legno e quella in ferro mediante apposite cravatte metalliche, preventivamente pulite, sgrassate e trattate con sostanze antiruggine, aventi passo e dimensione prescritti dagli elaborati di progetto. Le cravatte dovranno essere "tirate" in modo da trasmettere uniformemente il carico del solaio e della trave in legno sulle putrelle metalliche.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 119 – Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'intradosso**

L'intervento potrà essere realizzato esclusivamente su strutture lignee prive di decorazioni o su travi nascoste da un controsoffitto di cui si possano sostituire gli elementi. L'appaltatore dopo avere ricavato nella muratura gli alloggiamenti adatti alle teste dei profili metallici di rinforzo, potrà collocare all'intradosso della struttura, in aderenza ai lati delle travi, due putrelle dalle dimensioni indicate dagli

elaborati di progetto. In seguito, effettuerà il collegamento tra le putrelle e la trave mediante cravatte metalliche aventi il passo e la sezione stabiliti dagli elaborati di progetto; se le putrelle ed i travetti della struttura non dovessero risultare ovunque in aderenza, dovranno essere predisposti dei ringrossi mediante biette di legno. Se previsto, la putrella dovrà essere collocata direttamente sotto la trave lignea. Se la D.L., lo riterrà necessario, dovranno essere messe in opera putrelle rompitratta disposte trasversalmente alla trave lignea.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

### **Art. 120 – Controventatura ed irrigidimento di struttura piana mediante tiranti posti all'intradosso o all'estradosso**

I lavori di controventatura e d'irrigidimento di una struttura piana verranno preceduti dall'individuazione delle diagonali della struttura e dall'esecuzione di perforazioni di dimensioni atte a permettere l'alloggiamento dei tiranti. I piani di appoggio dall'andamento normale alla direttrice delle diagonali dovranno essere predisposte in corrispondenza dei fori d'uscita e spianati con malta cementizia in modo da consentire la successiva collocazione delle piastre d'ancoraggio. L'appaltatore eseguirà l'ancoraggio dei tiranti alla piastra metallica secondo le disposizioni della D.L. mediante cunei o dadi. Se s'impiegheranno i cunei, la parte terminale del tirante avrà una sezione piatta in cui verrà praticata un'asola, se, invece, s'impiegheranno i dadi, il tirante terminerà con una sezione tonda in cui verrà applicata la piastra d'ancoraggio preventivamente forata.

In ogni caso, i tiranti saranno pretesi e collegati rispettivamente ad ogni trave della struttura a mezzo di cravatte metalliche ripiegate ad U e chiodate. Le dimensioni degli elementi metallici saranno quelle stabilite dagli elaborati di progetto. Infine, i lavori si concluderanno con la risarcitura dei fori della muratura con malta cementizia.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 121 – Irrigidimento di struttura piana mediante sovrapposizione di un nuovo tavolato**

L'appaltatore, rimossa l'eventuale pavimentazione con il relativo sottofondo, eseguirà un accurato controllo dello stato di conservazione del tavolato preesistente integrando le parti deteriorate e chiodando quelle distaccate, previa accurata pulitura di tutto l'assito tramite impiego di aria compressa, stracci, scope, aspiratori; provvederà al trattamento della struttura lignea con doppia mano di olio di lino cotto o con altri materiali previsti in progetto; collocherà quindi, il nuovo tavolato dallo spessore non inferiore ai cm 4 livellandolo e chiodandolo a quello sottostante, mediante apposite linguette o tenoni. L'appaltatore, demolito l'intonaco corrispondente alla sezione di contatto, dovrà ammorsare il tavolato ai muri perimetrali interponendovi cunei di legno duro o altri dispositivi ritenuti idonei dalla D.L.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 122 – Restauro di strutture lignee tramite impregnazione consolidante**

L'impregnazione consolidante dovrà avere lo scopo di introdurre nel legno degradato e fessurato una sostanza legante che, penetrando in profondità, conferisca un apprezzabile aumento delle caratteristiche meccaniche del legno. L'appaltatore dovrà realizzare la lavorazione in modo da garantire la penetrazione della sostanza consolidante fino agli strati più interni del legno, così da assicurare che il miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di resistenza degli attacchi degli agenti chimici o biologici coinvolga l'intera sezione lignea.

I sistemi di consolidamento potranno prevedere l'utilizzo di sostanze a base di resine acriliche, epossidiche o poliuretatiche a basso peso molecolare e con una viscosità inferiore a 10 cPs.

I metodi di applicazione sono i seguenti:

*Applicazione a pennello* – Dopo aver accuratamente pulito e/o neutralizzato la superficie da trattare si applicherà la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. L'applicazione della sostanza impregnante andrà iniziata con una resina in soluzione particolarmente diluita; in seguito l'operatore aumenterà la concentrazione fino ad effettuare la mano finale con una concentrazione superiore. (accertarsi col produttore sulla possibilità di diluire la resina in solvente senza comprometterne le caratteristiche richieste)

*Applicazione a spruzzo* – Dopo avere accuratamente pulito e/o neutralizzato con solvente la superficie da impregnare si applicherà la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.

*Applicazione mediante iniezioni* – Si introdurranno nel legno da impregnare degli appositi iniettori con getto variabile (2/4,5 mm). L'iniettore posto in profondità nel legno dovrà permettere la diffusione della sostanza impregnante nelle zone più profonde. La sostanza consolidante sarà introdotta tramite un'apposita apparecchiatura che inietti la resina in pressione; la pressione sarà stabilita caso per caso in funzione dello stato di conservazione dell'elemento ligneo. L'apparecchiatura, costituita da un gruppo compressore completo di una pistola in grado di iniettare la resina tramite gli iniettori precedentemente infissi nel legno. Il numero d'iniettori e la loro distanza saranno stabiliti dalla D.L. in funzione del grado di consolidamento che si vorrà ottenere. Alla fine dei lavori, dopo l'estrazione dell'iniettore l'operatore dovrà ricostruire la continuità della superficie lignea mediante l'introduzione di piccoli tappi o la realizzazione di stuccature con una miscela di resina epossidica e di segatura di legno. L'impregnazione dovrà garantire l'apprezzabile miglioramento delle caratteristiche meccaniche. È richiesto che il trattamento di consolidamento del legno soddisfi i seguenti requisiti:

- dovrà essere ripristinata la continuità delle fibre legnose sia a livello intercellulare sia a livello microscopico;
- dovrà essere garantita, tramite prove di applicazione, la reversibilità del trattamento in modo da non pregiudicare un successivo intervento migliorativo;
- dovrà essere consentita una buona traspirazione, per permettere migrazioni di vapor d'acqua senza creare sollecitazioni meccaniche;
- negli apparati a vista dovranno essere mantenute, se richiesto, le cromie originali evitando che il legno assuma colorazioni e/o brillanzze non desiderate;
- il materiale consolidante dovrà avere caratteristiche di elasticità compatibili con le proprietà del legno, in particolare il valore del modulo elastico della resina dovrà essere dello simile a quello del legno da consolidare.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

**Art. 123 – Disinfestazione del legno**

Sono rari i casi in cui il legno sia infestato con valori di umidità inferiore al 22%. Risulta chiaro, che, in ogni caso, l'intervento complessivo sulla fabbrica deve garantire che le strutture lignee in una fase successiva al trattamento disinfestante, possano assumere valori di umidità tali da permettere nuovi attacchi. L'appaltatore nell'eseguire i trattamenti antisettici delle strutture lignee con le sostanze chimiche prescritte dovrà seguire in tutto o in parte le seguenti modalità:

- la sostanza biocida dovrà agire direttamente sulle larve e sulle crisalidi in modo da ucciderle;
- tutte le zone con superfici esposte dovranno essere trattate con insetticida e con biocidi fluidi ad alta penetrazione al fine di 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 e le uova depositate 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 deteriorandosi dovranno essere sottoposti un intervento di consolidamento;
- l'intervento di disinfestazione dovrà essere in grado di eliminare gli agenti biologici e di prevenire eventuali infestazioni future.

La disinfestazione essere eseguita nel periodo di maggiore attività dell'insetto o quando si trova più vicino alla superficie (primavera o inizio estate).

La sostanza disinfestante andrà applicata a spruzzo o a pennello, ripetendo il trattamento 2-3 volte consecutive al fine di farla penetrare in profondità. Sarà escluso l'uso di prodotti in soluzione acquosa in quanto la loro capacità di penetrazione dipende dall'umidità del legno; nei casi in cui sia previsto l'esclusivo impiego di questi insetticidi sarà indispensabile, prima di ogni applicazione, bagnare ripetutamente il legno con acqua. Gli insetticidi in solvente organico possiedono una maggiore capacità di penetrazione nel legno secco e attraverso un processo di diffusione capillare sono diffusamente distribuirsi nei tessuti legnosi in profondità. L'appaltatore dovrà porre la massima cautela contro eventuali effetti negativi causati dall'odore penetrante e sgradevole. Gli insetticidi dovranno risultare atossici per gli operatori, avere stabilità alla luce ed all'azione dei raggi UV e non dovranno produrre, sulla superficie del legno, nessun tipo di alterazione cromatica. Dopo aver effettuato la disinfestazione l'appaltatore dovrà eliminare eventuali parti dimesse di legno infestato e tratterà anche le parti della muratura presumibilmente inquinate.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

#### **Art. 124 – Consolidamento di strutture in ferro – Generalità**

Prima di eseguire qualsiasi intervento di consolidamento di strutture in ferro, l'appaltatore dovrà effettuare:

- il puntellamento dell'intera struttura o, a discrezione della D.L., solo delle zone in cui si dovrà realizzare il consolidamento;
- la demolizione e rimozione manuale, delle parti prospicienti i lavori al fine di scoprire la ali e le anime delle putrelle;
- la pulizia delle putrelle con mola a smeriglio o con i sistemi indicati dalla D.L. al fine d'eliminare qualsiasi residuo di malta e/o di ruggine;
- la sostituzione totale o parziale, se richiesto dagli elaborati di progetto, degli elementi di alleggerimento ed il miglioramento del sistema d'ancoraggio delle putrelle ai muri.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori

una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 125 – Consolidamento estradossale di struttura piana con intervento sulle travi**

L'appaltatore, rimossi i pavimenti ed il sottofondo fino al rinvenimento dell'ala della putrella e dell'estradosso del piano in laterizio, dovrà demolire, in presenza di volterrane o pignatte, il diaframma delle celle contigue al ferro per tutta la sua lunghezza e rinforzare le putrelle mediante il fissaggio di staffe che, posizionate lungo l'intera luce della trave, dovranno avere l'interasse (15-20 cm) e l'inclinazione (45 gradi sull'orizzonte) prescritti dagli elaborati di progetto o richiesti dalla D.L. Fisserà, quindi, le staffe saldando sulle ali superiori delle putrelle dei tondini di ferro posti longitudinalmente alla trave oppure impiegherà i sistemi descritti negli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L. Eseguirà, infine, dopo aver irrorato con acqua il piano laterizio, un getto di calcestruzzo in modo da ricoprire uniformemente l'ala superiore delle travi.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 126 – Consolidamento intradossale di una struttura piana con posa in opera di un nuovo sistema di travi in ferro**

L'appaltatore dovrà, in caso di consolidamento di strutture ad orditura semplice, collocare in opera delle travi rompitratta posizionandole in direzione ortogonale rispetto a quelle esistenti; in caso di consolidamento di strutture ad orditura doppia, egli dovrà accoppiare, lungo la direzione delle travi esistenti, al sistema primario uno secondario. In entrambi i sistemi, il collegamento fra gli elementi metallici verrà eseguito interponendo un'ideale piastra di ripartizione e saldando le travi tra di loro. I profili, le sezioni, gli interassi ed i sistemi di collegamento delle teste delle travi alla muratura saranno quelli stabiliti dagli elaborati di progetto.

## MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

## **Art. 127 – Consolidamento estradossale di struttura piana tramite fasciatura estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)**

La tecnica prevede la fasciatura esterna della struttura con nastri di materiale composito da calibrare in relazione alle condizioni statiche; la fasciatura è resa possibile dalla notevole capacità di aderenza dei nastri, e dalla possibilità di utilizzare matasse di elevata lunghezza.

Quando si deve intervenire su strutture in condizioni di avanzato degrado statico, la fasciatura con compositi permette, in confronto alla cappa armata, di evitare di bagnare l'estradosso, e di ridurre al minimo l'aumento del peso delle strutture.

L'appaltatore realizzerà le fasce consolidanti ricorrendo alle fibre previste dagli elaborati di progetto (fibre aramidiche, fibre di carbonio, fibre di vetro) aventi le caratteristiche di cui all'art. 41 del presente capitolato, combinandole con i prescritti adesivi strutturali polimerici.

Le fibre dovranno essere disposte in funzione del quadro fessurativo. Si utilizzeranno fibre di peso e misure variabili, poste in opera in strati diversi ed orientati ( $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ ) conformemente alle prescrizioni di progetto. Le fibre verranno impregnate con resine epossidiche secondo il rapporto medio 50% fibra, 50% resina, ove non diversamente specificato in progetto.

Il consolidamento estradossale sarà eseguito secondo le seguenti fasi:

- pulizia eliminando depositi, polveri e materiale incoerente;
- idrosabbatura della superficie da consolidare;
- identificazione e mappatura delle lesioni per determinare il numero, la disposizione e la grammatura ideale delle fasce di rinforzo;
- eventuale riprofilatura della superficie mediante malta cementizia bicomponente costituita da fibre in polipropilene, cementi ed inerti selezionati, modificato con resine acriliche;
- eventuale realizzazione di uno strato di sottofondo con primer bicomponente di resine epossidiche;
- eventuale livellazione della superficie con stucco epossidico;
- posa in opera di un primo strato di resina epossidica bicomponente per l'incollaggio;
- applicazione della fascia di rinforzo, conformemente alle prescrizioni del progetto, costituito dal composito prescritto fornito in strisce di larghezza variabile tra i 20 e i 30 cm in tessuto di fibra con grammatura variabile tra i 230 g/mq e i 340 g/mq rispettando l'esatto quantitativo al metro lineare e disposta lungo le due direzioni ortogonali;
- applicazione del secondo strato di resina epossidica di ricoprimento.

In ogni caso l'appaltatore dovrà orientare le fasce seguendo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza preventivamente individuate. L'appaltatore avrà l'onere di mettere preventivamente in sicurezza le strutture con i sistemi previsti in progetto.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

#### **Art. 128 – Consolidamento delle volte – Generalità**

Prima di procedere all'operazione di consolidamento, l'appaltatore dovrà svolgere le seguenti lavorazioni:

*Puntellatura* – Sigillate accuratamente tutte le lesioni intradossali con le modalità e con i materiali prescritti, l'appaltatore dovrà sostenere la struttura realizzando un sistema di centine simile a quello utilizzato per la costruzione delle volte secondo le disposizioni contenute nell'art. "Opere provvisorie" del presente capitolato. Provvederà, quindi, alla realizzazione di adeguate sbatacchiature. Le parti di volta, affrescate o decorate, a contatto con i puntelli dovranno essere protette con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.

*Rimozione* – Tutte le rimozioni dovranno essere effettuate manualmente e dovranno procedere per successivi strati paralleli a partire dalla zona di chiave fino a raggiungere l'esterno della volta avendo cura di preservare l'integrità dei materiali. L'appaltatore inizierà la rimozione degli elementi delle volte a botte precedendo per tratti di uguale dimensione a partire da ambedue i lati della generatrice superiore fino a raggiungere i rinfianchi. Per le volte a padiglione, invece, dovrà partire dal centro seguendo le generatrici lungo i quattro fronti. Infine, per le volte a crociera procederà secondo la direzione degli anelli fino ad arrivare al livello d'imposta.

*Pulizia della faccia estradossale* – L'appaltatore dovrà pulire l'estradosso delle volte rimuovendo spazzole metalliche, raschietti, getti di aria compressa o altri sistemi ritenuti idonei dalla D.L. le malte leganti degradate, i detriti di lavorazione e tutto ciò che potrebbe in qualche modo danneggiare i successivi interventi di consolidamento.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione

che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 129 – Consolidamento di volta in muratura mediante posa in opera di rinfianchi cellulari**

Prima d'iniziare il consolidamento l'appaltatore dovrà sigillare i giunti colando nel loro interno le malte prescritte; a tal fine potrà utilizzare, dietro autorizzazione della D.L., sistemi a bassa pressione che consentano il controllo e la gradazione della pressione. Se richiesto, dovrà riparare le lesioni prodotte da dissesti e da scorrimenti con reticoli cementati rispettando le modalità prescritte dall'art. "Consolidamento mediante iniezioni armate – reticolo cementato" del presente capitolato.

La costruzione dei rinfianchi cellulari, salvo diverse prescrizioni, dovrà essere eseguita tramite frenelli in muratura di mattoni o in cemento armato posizionati normalmente alle generatrici delle falde. Il sistema di rinfiango, l'interasse e la dimensione dei frenelli saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto.

Il collegamento fra i rinfianchi e l'estradosso della volta dovrà essere realizzato, salvo diverse disposizioni, tramite chiodi metallici infissi lungo l'intera superficie di contatto dei muretti con la volta. Le camere d'aria del sistema cellulare non dovranno essere a chiusura ermetica ma comunicanti tramite opportuni spiragli realizzati nei diaframmi, nei muri o nella volta stessa. Se richiesto, dovranno essere ricavate delle aperture in modo da consentire il passaggio delle canalizzazioni.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 130 – Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati**

L'appaltatore dovrà eseguire, alla profondità ed inclinazione ordinate dalla D.L., sull'estradosso della volta mediante attrezzi a sola rotazione, il numero di perforazioni prescritto dagli elaborati di progetto. I sistemi d'iniezione, i leganti e le pressioni di esercizio saranno quelli stabiliti dagli elaborati di progetto e regolamentati dagli artt. "Calci, pozzolane, leganti idraulici, ecc." e "Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti" del presente capitolato.

L'appaltatore dovrà seguire le generatrici della volta procedendo per fasce parallele a partire dai piedritti fino a raggiungere la chiave. Le iniezioni di conglomerati speciali (resine, miscele additivate, ecc.) dovranno essere eseguite manualmente utilizzando imbuti o idonei ugelli e costipando la malta fino a saturazione. La malta cementizia dovrà essere immessa solo dopo aver colato un quantitativo d'acqua sufficiente ad evitarne la disidratazione. Le iniezioni potranno essere effettuate, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., mediante pompe manuali o compressori purché essi consentano il controllo della pressione d'immissione che dovrà sempre essere mantenuta entro i limiti di sicurezza. L'appaltatore dovrà ripetere, trascorse 24-48 ore, le iniezioni al fine di saturare completamente i vuoti prodotti dal ritiro o dalla sedimentazione della malta legante.

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art. 131 – Consolidamento tramite fasciatura estradosale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)**

La tecnica prevede la fasciatura esterna della volta con nastri di materiale composito da calibrare in relazione alle condizioni statiche dell'edificio; la fasciatura è resa possibile dalla notevole capacità di aderenza dei nastri, e dalla possibilità di utilizzare matasse di elevata lunghezza.

Quando si deve intervenire su coperture voltate o parti di esse in condizioni di avanzato degrado statico, la fasciatura con compositi permette, in confronto alla cappa armata, di evitare la bagnatura dell'estradosso, e di ridurre al minimo l'aumento del peso delle strutture. L'appaltatore realizzerà le fasce consolidanti ricorrendo alle fibre previste dagli elaborati di progetto (fibre aramidiche, fibre di carbonio, fibre di vetro) aventi le caratteristiche di cui all'art. 41 del presente capitolato, combinandole con i prescritti adesivi strutturali polimerici.

Le fibre dovranno essere disposte in funzione del quadro fessurativo. Si utilizzeranno fibre di peso e misure variabili, poste in opera in strati diversi ed orientati ( $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ ) conformemente alle prescrizioni di progetto. Le fibre verranno impregnate con resine epossidiche secondo il rapporto medio 50% fibra, 50% resina, ove non diversamente specificato in progetto.

Il consolidamento estradosale sarà eseguito secondo le seguenti fasi:

- rimozione degli strati di riempimento e trasporto a rifiuto;
- pulizia dell'estradosso della volta eliminando depositi, polveri e materiale incoerente;
- idrosabbatura della superficie da consolidare;
- identificazione e mappatura delle lesioni per determinare il numero, la disposizione e la grammatura ideale delle fasce di rinforzo;
- eventuale ripofilatura della superficie mediante malta cementizia bicomponente costituita da fibre in polipropilene, cementi ed inerti selezionati, modificato con resine acriliche;
- eventuale realizzazione di uno strato di sottofondo con primer bicomponente di resine epossidiche;
- eventuale livellazione della superficie con stucco epossidico;
- posa in opera di un primo strato di resina epossidica bicomponente per l'incollaggio;
- applicazione della fascia di rinforzo, conformemente alle prescrizioni del progetto, costituito dal composito prescritto fornito in strisce di larghezza variabile tra i 20 e i 30 cm in tessuto di fibra con grammatura variabile tra i 230 g/mq e i 340 g/mq rispettando l'esatto quantitativo al metro lineare e disposta lungo le due direzioni ortogonali;
- applicazione del secondo strato di resina epossidica di ricoprimento.

In ogni caso l'appaltatore dovrà orientare le fasce seguendo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza preventivamente individuate. L'appaltatore avrà l'onere di mettere preventivamente in sicurezza i sistemi voltati sospendendoli tramite apposite tirantature in acciaio o ricorrendo ad altro tipo di elementi, previsti in progetto ed in grado di reggerle (soprastanti travi in c.a., in acciaio ecc.).

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

##### *c) Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

### **Art. 132 – Impermeabilizzazioni – Generalità**

Qualsiasi tipo d'impermeabilizzazione dovrà essere eseguito con grande attenzione ed accuratezza soprattutto in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; l'appaltatore avrà l'obbligo di eliminare a proprie spese eventuali perdite che si dovessero manifestare anche a distanza di tempo.

I materiali da impiegare nelle opere d'impermeabilizzazione dovranno possedere le caratteristiche descritte dall'art. "Materiali diversi" del presente capitolato.

Inoltre, potranno essere richiesti dalla D.L. – i requisiti del "Marchio di Qualità" rilasciato dall'I.G.L.A.E. o del "Certificato d'Idoneità Tecnica" dell'I.C.I.T.E. Per l'esecuzione dei lavori d'impermeabilizzazione l'appaltatore dovrà rispettare le seguenti disposizioni:

*Piani di posa* – Dovranno essere il più possibile, lisci, uniformi, privi di irregolarità, di avvallamenti e di polvere. L'appaltatore dovrà predisporre i necessari giunti di dilatazione in base alla dimensione ed alla natura di posa di cui dovrà annullare gli imprevedibili movimenti.

*Barriera al vapore* – Se gli ambienti sottostanti alla copertura presenteranno particolari condizioni termoigrometriche (bagli, cucine, lavanderie, piscine, ecc.), l'appaltatore avrà l'obbligo di proteggere dalla condensazione dei vapori umidi provenienti dal basso sia il manto impermeabile che gli eventuali strati termocoibenti mediante l'applicazione di una "barriera al vapore" realizzata con uno strato di materiale impermeabile costituito, salvo diverse prescrizioni, da un'armatura inorganica (velo di vetro o fogli metallici) rivestita da uno spessore di massa bituminosa.

*Lavori preparatori e complementari* – L'appaltatore dovrà realizzare i piani di posa delle soglie delle porte, dei balconi e dei davanzali in modo che siano in pendenza verso l'esterno.

I muri perimetrali ai piani impermeabilizzati dovranno essere eseguiti così da ricavare alla loro base delle incassature i cui sottofondi dovranno essere intonacati e raccordati al piano di posa; quindi, si dovranno collegare le superfici orizzontali con quelle verticali impiegando lo stesso materiale utilizzato per l'impermeabilizzazione.

Le zoccolature di marmo, grès o altro materiale e le facce a vista degli elementi di rivestimento dovranno essere incassate nella parete in modo da non sporgere.

*Precauzioni* – Durante la realizzazione e la manutenzione di coperture impermeabili, l'appaltatore dovrà tutelare l'integrità del manto evitando di poggiarvi sopra ritagli di lamiera, pezzi di ferro, oggetti taglienti, piedi di scale, elementi di ponteggi o altra roba pesante.

*Rifacimenti* – Qualora si dovesse ripristinare una vecchia impermeabilizzazione senza dismetterla, l'appaltatore dovrà considerarla alla stessa stregua di un piano di posa; dovrà, quindi, eliminare bolle, grinze, parti distaccate o fragili, pulire il manto impermeabile, trattarlo con primer, ripristinarlo impiegando materiali analoghi a quelli preesistenti ed, infine, provvedere alla posa in opera del nuovo.

*Barriere ai vapori* – Per evitare il fenomeno della condensa occorre prevedere un adeguato ricambio d'aria tramite adeguata ventilazione; il metodo più semplice per eliminare ristagni e sacche d'aria satura è quello che utilizza bocche di aerazione nel sottotetto. Il numero e le dimensioni delle bocche debbono essere proporzionali al volume d'aria del locale. Nei casi in cui la ventilazione non può essere realizzata, l'appaltatore dovrà utilizzare, se specificato negli elaborati di progetto, i prodotti prescritti che si prestano allo scopo. L'appaltatore dovrà assicurarsi sull'assoluta continuità della barriera evitando qualsiasi punto di ponte termico.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle

lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 133 – Impermeabilizzazioni stratificate multiple realizzate “a caldo”**

Le impermeabilizzazioni multiple saranno realizzate con strati alternati a sfoglie di bitume ed a supporti bitumati. L'appaltatore dovrà eseguirle rispettando le seguenti modalità:

- spalmare a freddo mediante pennello su superfici perfettamente asciutte e prive di polvere una quantità di soluzioni non inferiore a 0,4 kg/mq composta da bitumi ossidati con solventi a rapida essiccazione;
- provvederà a stendere un primo strato a caldo (180-200 gradi centigradi) di bitume ossidato o di mastice bituminoso (la quantità da impiegare in funzione delle caratteristiche del piano di posa sarà compresa tra 1,5-2 kg/mq);
- applicherà, quindi, il primo supporto bitumato (cartonfeltro, fibre di vetro, ecc.) sovrapponendo i lembi per almeno 10 cm ed incollando questi ultimi con bitume a caldo o con fiamma;
- spalmerà a caldo un secondo strato di bitume di massa non inferiore a 1,5 kg/mq;
- sfalserà ed incrocerà il previsto numero di strati;
- stenderà, l'ultimo strato di bitume di quantità non inferiore ad 1,7 kg/mq.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

#### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

#### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 134 – Impermeabilizzazione con guaine di gomma sintetica**

L'impermeabilizzazione effettuata con guaine di gomma sintetica o di altro materiale elastomerico, dovrà essere eseguita utilizzando prodotti aventi i requisiti richiesti dall'art. "Materiali diversi" del presente capitolato. Lo spessore delle guaine non dovrà essere inferiore, salvo diversa prescrizione, ad 1,5 mm.

Nel collocarle in aderenza, in semi aderenza o in dipendenza, l'appaltatore dovrà tenere in considerazione la pendenza della superficie di posa. In ogni caso la messa in opera dovrà essere preceduta da un trattamento con apposito primer e dall'applicazione sulla superficie del supporto di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo.

- 1) La posa in aderenza dovrà essere effettuata mediante incollaggio di bitume ossidato a caldo (180-200 gradi centigradi) in ragione di 1,3-1,5 kg/mq.
- 2) La posa in indipendenza dovrà essere effettuata stendendo le guaine sullo strato di separazione (che dovrà avere la faccia superiore trattata a talco o sabbata in modo da impedire l'aderenza del manto) e predisponendo, secondo quanto prescritto dagli elaborati di progetto, degli ancoraggi nei terminali mediante sostanze adesive, bitumi a caldo o speciali elementi metallici a pressione.

La giunzione sia laterale che trasversale dei singoli teli di guaina dovrà essere eseguita stendendo i rotoli parallelamente e sovrapponendo i lembi adiacenti per un tratto che dovrà essere inferiore ai 10 cm. Effettuata un'accurata pulizia dei lembi con solvente, l'appaltatore avrà l'obbligo di saldarli con le sostanze

adesive consigliate dalla Ditta produttrice della guaina. Non sarà assolutamente consentito incrociare i teli in modo che, risultino in parte paralleli ed in parte ortogonali rispetto all'andamento delle pendenze.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

#### **Art. 135 – Impermeabilizzazione realizzata con prodotti liquidi a base di resine sintetiche**

L'appaltatore dovrà eseguire l'impermeabilizzazione con prodotti a base di elastomeri liquidi sia monocomponenti che bicomponenti le cui caratteristiche tecniche siano conformi a quelle prescritte dall'art. "Materiali diversi" del presente capitolato.

Inoltre, dovrà trattare i piani di posa con un idoneo primer da applicare, secondo le prescrizioni di progetto, a rullo, a spazzola o a spruzzo nella quantità minima di 100-150 g/mq.

Se l'elastomero sarà bicomponente, dovrà miscelare per almeno 3 minuti mediante apposite fruste montate su trapani elettrici i due componenti che saranno forniti dal produttore in recipienti distinti contenenti l'esatto quantitativo di miscela; quindi, verserà immediatamente il composto stendendolo sul piano di posa tramite una staggia dentata calibrata in modo che lo spessore di elastomero risulti analogo a quello prescritto. Dopo 2 o 3 ore, stenderà un secondo strato impiegando la tecnica sopra descritta ed, infine, completerà l'operazione passando sopra lo strato un rullo frangibolle.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 136 – Protezione delle impermeabilizzazioni**

*Protezione con pitture metallizzanti all'alluminio* – Sarà realizzata su coperture non praticabili che prevedono il manto impermeabile come ultimo elemento strutturale; quindi, essendo comunque necessaria una protezione, questa dovrà essere eseguita ugualmente anche se non è prevista dagli elaborati di progetto. La pittura verrà stesa in due mani successive di 0,20 kg/mq e con intervallo di tempo non inferiore alle 24 ore ed applicata sul manto perfettamente asciutto, lavato e sgrassato.

*Protezione antiusura con vernici sintetiche* – Sarà realizzata solo sui sistemi di cui all'art. "Copertine piane seguendo rigorosamente, sia per i sistemi di preparazione e di posa che per i quantitativi d'uso, le istruzioni del produttore". Il tipo di vernice protettiva, la quantità d'uso ed il sistema di posa sarà valutato ad insindacabile giudizio della D.L. in relazione alla categoria di pedonalità o al tipo traffico su di essa previsto.

*Protezione con strato di ghiaietto* – Questo genere di protezione verrà realizzato solo quando le pendenze non saranno superiori al 5%.

L'appaltatore dovrà stendere sopra il manto impermeabile uno strato di ghiaietto 15/25 dallo spessore non inferiore a cm 6 i cui elementi, lavati prima della messa in opera, dovranno essere rotondeggianti e privi d'incrostazioni.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

#### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

#### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 137 – Lavori di deumidificazione – Generalità**

I lavori di deumidificazione delle murature, qualsiasi sia il sistema di risanamento adottato, dovranno essere preceduti dalle analisi che, a giudizio della D.L., saranno ritenute necessarie per stabilire sia la natura che il quantitativo della sostanza idrofobizzante da utilizzare.

L'appaltatore dovrà eseguire tutte le lavorazioni preliminari (dismissione degli intonaci, stuccatura delle fessure, riempimento dei vuoti all'interno della muratura, ecc.), che la D.L. riterrà necessarie per la buona riuscita dell'intervento. Nel caso si debbano iniettare sostanze all'interno delle murature, l'appaltatore concorderà con la D.L. il quantitativo di prodotto da impiegare in relazione alla porosità dei materiali, alla struttura molecolare delle sostanze impregnanti ed alle modalità applicative del sistema prescritto. In ogni caso l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., avrà l'obbligo di:

– risanare, prima dell'applicazione, le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altra imperfezione;

- fornire i materiali prescritti ed utilizzarli in relazione alla natura fisico/chimica ad alla tipologia strutturale della muratura;
- accertare mediante prove applicative la compatibilità dei materiali con affreschi, elementi decorativi, malte, intonaci alcalini o altri rivestimenti adiacenti alla muratura;
- eliminare ogni possibile causa d'infiltrazione di acque al fine di evitare possibili migrazioni umide all'interno del muro risanato;
- eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detergenti, di depositi organici o di efflorescenze saline;
- proteggere con i teli i pavimenti ed i rivestimenti che potrebbero essere danneggiati nel corso dei lavori;
- eseguire impregnazioni idrofobizzanti quando la temperatura è compresa fra 5° e i 15°.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire, l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

#### **Art. 138 – Deumidificazione delle murature mediante iniezione di sostanze idrofobizzanti**

L'appaltatore dovrà iniettare il prescritto formulato chimico avente caratteristiche analoghe a quelle stabilite dall'art. "Impregnanti con effetto idrofobizzante" del presente capitolato, secondo le modalità descritte dagli elaborati di progetto. In genere, il formulato dovrà essere iniettato tramite idonei trasfusori o iniettori che l'appaltatore dovrà predisporre alla base delle murature secondo progetto. Prima di dare inizio ai lavori egli dovrà esaminare le condizioni ambientali, tracciare le quote e distribuire le perforazioni. Le perforazioni eseguite, secondo le prescrizioni di progetto, in un solo lato del muro, in ambedue i lati, con andamento orizzontale, verticale o leggermente inclinato, dovranno seguire l'andamento dei dislivelli fra gli ambienti o delle diverse quote fra interno ed esterno. Le perforazioni, distanziate fra loro di circa 15 cm, saranno praticate, salvo diverse prescrizioni, ad altezza di circa 15-20 cm calcolata in base alla quota più alta del piano di calpestio dei due ambienti che insistono sul muro.

Se si dovrà isolare una muratura da un terrapieno o da una zona non interessata all'intervento di deumidificazione, l'appaltatore dovrà effettuare le perforazioni secondo un andamento verticale fino a superare di circa 50 cm la quota di umidità presente nel muro adiacente.

In presenza di muri molto spessi, l'appaltatore, solo dietro autorizzazione della D.L., potrà perforare la muratura in entrambi i lati. Se le murature dovessero essere molto degradate o pericolanti, i lavori di deumidificazione dovranno essere eseguiti solo dopo quelli di consolidamento con le attrezzature ritenute più adatte dalla D.L. a preservare l'equilibrio statico della struttura.

Le perforazioni saranno effettuate per quasi tutta la profondità del muro lasciando soltanto uno spessore di circa 10-20 cm necessario ad evitare che il formulato chimico trasudi all'esterno. L'appaltatore dovrà inserire nei fori e fissare alla muratura con le modalità più appropriate gli ugelli trasfusori.

La trasfusione dovrà avvenire iniettando il prodotto con attrezzature capaci di consentire la misurazione della pressione di esercizio e della quantità di liquido iniettato.

Se l'applicazione a pressione sarà esplicitamente richiesta, si dovrà alternare la perforazione all'iniezione aumentando la profondità dei fori non appena la sezione di muro trattata risulterà satura; in questo modo, si effettuerà un'impregnazione a rifiuto di sezioni sempre più profonde della muratura.

A fine lavori, la muratura dovrà risultare impregnata in profondità ed in spessore per un raggio medio di circa cm 30 che, alla base della muratura, ne seguirà l'andamento. L'appaltatore sarà tenuto, se richiesto, a fare effettuare a proprie spese, presso laboratori autorizzati, le misurazioni relative al tasso di umidità presente nelle murature, prima e dopo l'esecuzione dei lavori.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

#### **Art. 139 – Deumidificazione mediante taglio orizzontale della muratura e inserimento di conglomerati speciali**

L'appaltatore, che dovrà eseguire il taglio meccanico della muratura, sarà tenuto ad utilizzare le attrezzature che, ad insindacabile giudizio della D.L., comportino il minimo disturbo all'equilibrio statico della struttura e ad adattare le modalità operative alle particolari esigenze della singola muratura da risanare.

Nei lavori da effettuare in zone sismiche, si dovranno osservare, per quanto possibile, le istruzioni contenute nella "Normativa per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle Regioni Basilicata, Campania e Puglia" D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 n. 198 ed in ogni altra norma antisismica vigente alla data del presente capitolato.

L'appaltatore eseguirà il taglio meccanico a settori contigui la cui ampiezza sarà stabilita dagli elaborati di progetto o ordinata dalla D.L. in relazione ai carichi ed al tipo di struttura ed inserirà degli idonei distanziatori aventi una resistenza a compressione non inferiore a 600 kg/cmq. Il numero dei distanziatori non dovrà essere inferiore al 30% del volume complessivo del taglio.

La malta sintetica prescritta, caricata con sabbie di quarzo, polveri di marmo e carbonati di calcio ventilate, dalle caratteristiche tecniche rispondenti a quelle richieste dagli artt. "Calci, pozzolane, leganti idraulici, ecc.", "Malte preconfezionate" e "Conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato, dovrà essere iniettata a bassa pressione nel rimanente volume del taglio (70%).

L'appaltatore dovrà variare, a richiesta della D.L., la viscosità della resina, la granulometria della miscela degli inerti ed il rapporto resina/inerte in relazione alle caratteristiche della struttura da risanare.

La malta legante dovrà essere confezionata in modo da garantire un elevato potere di adesione, un impercettibile ritiro ed una comprovata inerzia chimica e da assicurare una saldatura del taglio talmente omogeneo ed efficace da annullare, in caso di scosse sismiche, ogni possibile fenomeno di scorrimento orizzontale.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto

apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

**Art. 140 – Deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina**

L'appaltatore dovrà eseguire la deumidificazione delle murature impiegando esclusivamente una carotatrice che, con moto rotatorio uniforme, potrà perforare qualsiasi spessore e materiale senza urti e vibrazioni. Quindi, dovrà praticare lungo la base della struttura ad una quota superiore a quella del piano di campagna, una prima serie di fori adiacenti e con andamento orizzontale dal diametro non inferiore a 30-35 mm. In seguito, asporterà con una seconda serie di perforazioni le porzioni di muro rimaste. L'appaltatore, salvo diverse prescrizioni, dovrà eseguire le perforazioni a settori alternati di circa 10-15 perforazioni per un'estensione totale a settore non superiore ai 40-60 cm.

Dopo aver ripulito l'interno dei fori, l'appaltatore dovrà riempirlo con la malta prescritta le cui caratteristiche tecniche, i sistemi di confezionamento e la granulometria degli inerti, salvo diverse prescrizioni di progetto, saranno quelli indicati dagli artt. "Malte preconfezionate" e "Conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato. Il settore di struttura adiacente potrà essere perforata con le stesse modalità solo dopo l'indurimento e la maturazione della malta iniettata.

Le opere di deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare saranno effettuate con le disposizioni ed i limiti contenuti nel precedente art. "Deumidificazione mediante taglio orizzontale delle murature".

**MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

*a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola

d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

#### **Art. 141 – Deumidificazione mediante l'utilizzo di sistemi elettro-osmotici**

L'elettro-osmosi è un fenomeno che avviene fra due masse liquide separate da un corpo poroso per effetto di una differenza di potenziale elettrico. In virtù di questo fenomeno avviene che immettendo una corrente elettrica continua in un liquido conduttore (o anche sottoponendo il liquido ad una leggera differenza di potenziale elettrico inferiore a 6 Volt), si verifica il trasporto di liquidi attraverso i setti porosi saturi, con una velocità che è indipendente dalla natura dei setti. Questo principio generale può essere riscontrato in un muro umido (setto poroso) che presenta una differenza di potenziale elettrico (circa 10-100 millivolt) rispetto al terreno sottostante. Questa differenza di potenziale comporta l'incremento della capacità di trasporto d'acqua (in opposizione alle leggi della gravità), aumentando l'apporto dei fenomeni dovuti alla capillarità.

I metodi di deumidificazione che si basano sull'elettro-osmosi tendono a realizzare l'inversione di polarità, apportando il polo negativo (catodo) nel sottosuolo ed il polo positivo (anodo) nella parete da risanare. Tutto ciò al fine di realizzare l'inversione della direzione di migrazione delle molecole d'acqua.

I sistemi elettro-osmotici possono essere sia attivi che passivi. Si definiscono attivi quelli che realizzano la differenza di potenziale tra la parete ed il terreno, installando un alimentatore elettrico; si definiscono passivi (o in corto circuito) i sistemi che, sfruttando le differenze di potenziale naturali esistenti fra la parete ed il terreno, tendono ad annullarle mediante un collegamento tra i conduttori della parete e la presa di terra.

Un'altra tecnica associa al principio dell'elettro-osmosi quello dell'elettroforesi (fenomeno di migrazione di particelle colloidali in un'unica direzione per effetto di un campo elettrico); il sistema prevede la realizzazione di una installazione nella quale la differenza di potenziale è ottenuta adottando conduttori di diversa natura (rame per l'anodo e acciaio galvanizzato per il catodo); il tutto si completa con il riempimento dei fori dei conduttori mediante materiali di foresi (dal greco phoresis: trasporto) che, sotto l'azione della pila, si sostituiscono all'acqua all'interno dei capillari.

*Elettro-osmosi attiva* – Il sistema si basa sul principio dell'inversione della polarità in base al quale, portando a potenziale negativo il terreno e positivo il muro da prosciugare, si può invertire il moto capillare di risalita dell'acqua. Il dispositivo viene realizzato, previa dismissione dell'intonaco deteriorato, installando:

- un semiconduttore elettrico, costituito da una rete in materiale sintetico di circa 30 cm di altezza, posto orizzontalmente lungo la parete in corrispondenza del massimo livello della risalita. Il conduttore può essere accostato alla superficie esterna del paramento, incassato nella muratura o inglobato all'interno dell'intonaco;
- una serie di semiconduttori elettrici (puntazza plastica) infissi nel terreno fino ad una profondità di circa 150 cm con interasse variabile dai 200 ai 300 cm in funzione della conducibilità del terreno;
- una centralina elettronica digitale (2,8 Volt e 2 mAmpère per metro lineare di muro) a corrente continua ad impulsi con valori che non provocano la corrosione dei metalli;
- i relativi collegamenti fra i distinti poli e la centralina.

*Elettro-osmosi passiva* – Questa tecnica di bonifica mira ad annullare le differenze di potenziale esistenti tra il terreno e la muratura umida e, quindi, ad inibire la risalita d'acqua oltre la linea d'intervento cortocircuitando il muro con una serie di sonde inserite nella struttura e collegate ad un conduttore di rame, che corre orizzontalmente lungo tutto il perimetro del muro, a sua volta collegato a delle prese di terra, costituite da aste metalliche infisse nel suolo, in guisa di prese di terra. I deludenti risultati ottenuti con questa tecnica ne hanno resa desueto l'utilizzo.

*Elettro-osmosi-foresi* – Questo sistema sfrutta il principio dell'elettro-osmosi coadiuvata dall'elettroforesi utilizzando l'umidità quale mezzo di trasporto per delle sostanze sigillanti e consolidanti. In una prima fase, l'acqua contenuta in materiali porosi, sotto l'influsso di una corrente elettrica, tende a defluire verso l'elettrodo negativo (catodo); in una fase successiva, delle particelle solide sospese nell'acqua ed inserite tramite un liquido colloidale, sotto l'influsso di corrente continua, defluiscono verso il polo negativo attraverso i condotto capillare ostruendoli. In pratica l'effetto elettro-osmotico viene coadiuvato introducendo nella muratura insieme alle sonde, un composto in soluzione acquosa, contenente particelle solide con carica positiva; queste defluiscono internamente ai pori verso il polo negativo (suolo) ed esercitano un'azione sigillante nei pori.

Il dispositivo viene realizzato, previa dismissione dell'intonaco deteriorato, con le seguenti modalità:

- viene praticata orizzontalmente, ad un'altezza da definire secondo il caso specifico, una scanalatura di circa 1-2 cm di profondità, all'interno o all'esterno dell'edificio, per tutta l'estensione della parete da trattare;
- all'interno di questa incavatura vengono inserite delle sonde (ad una certa distanza una dall'altra) in profondità e collegate fra di loro mediante un filo conduttore formato da una serie di sonde in lega a base di rame;

- la linea di collegamento viene in seguito allacciata a dei picchetti in lega metallica ferrosa, infissi nel terreno in modo da formare una efficiente differenza di potenziale;
- parallelamente all'inserimento delle sonde viene iniettata nel muro una sostanza ad effetto sigillante e rassodante (procedimento dell'elettroforesi);
- una rasatura finale con malta speciale proteggerà e renderà invisibile l'installazione completata, così da non rovinare l'estetica della parete;
- contro la formazione di efflorescenze il muro grezzo viene ripetutamente impregnato con una soluzione chimica appropriata;
- contro la formazione di agenti organici come muffe, batteri od alghe: in seguito all'applicazione del sistema viene condotta una ripetuta applicazione con sostanze neutralizzanti;
- protezione della zona trattata e contro l'eventuale influsso di eccessiva umidità ambientale viene applicato un doppio strato di boiaccia speciale, permeabile al vapore in modo da permettere la normale traspirazione del muro.

#### AVVERTENZE

Nelle prime settimane di funzionamento dei sistemi elettro-osmotici possono verificarsi ampie comparse di efflorescenze saline sulla muratura; bisogna procedere quindi alla pulizia dei tratti di muro interessati ed asportare le efflorescenze con i sistemi di cui al punto A.1. Può verificarsi la necessità di ripetere l'operazione più volte nel corso dei primi mesi di funzionamento del sistema. L'impianto non necessita di una costante manutenzione ma piuttosto di un'attenta sorveglianza e di una precisa lettura dei dati che la centralina riporta.

Agendo il terreno da polo positivo, le forze elettro-osmotiche tendono a trasportare l'acqua verso il muro che agisce da catodo (polo negativo). La differenza di potenziale che esiste in un determinato luogo, fra il terreno nei suoi strati profondi e le murature a livello, dipende da fattori fisico-chimici, dalla quantità e qualità dell'acqua contenuta nel terreno, ecc., fattori dei quali ancora non è singolarmente individuata l'influenza sul fenomeno elettro-osmotico. Il sistema è utile in tutti quei casi dove al bisogno di abbassare considerevolmente il contenuto d'acqua presente in materiali porosi coesiste la necessità di non intervenire con sistemi lesivi per le strutture edilizie (tagli, perforazioni, ecc.).

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le opere siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

#### **Art. 142 – Utilizzo di intonaci idrofughi**

In presenza di murature umide, se dovesse risultare impossibile effettuare lavori di deumidificazione (pareti contro terra, locali interrati), in locali con scarsa aerazione ed evidenti fenomeni di condensa, si potranno utilizzare intonaci idrofughi, pannelli isolanti e pannelli a compensazione igrometrica. Questi sistemi, oltre che isolare i locali, modificano i valori microclimatici tramite l'aumento della temperatura delle superfici e un conseguente abbassamento dell'umidità relativa. Per applicare questi sistemi andranno eliminati gli intonaci esistenti con le modalità prescritte all'art. "Demolizioni" del presente capitolato. Seguirà l'accurata pulitura della muratura utilizzando spazzole morbide e piccoli attrezzi meccanici al fine di eliminare ogni residuo e di preparare la superficie muraria al nuovo rivestimento.

Il sistema potrà prevedere la realizzazione di strati anticondensa o di strati completamente isolanti. Nel primo caso sulla muratura verrà applicato un nuovo intonaco opportunamente idrofugato, al quale verranno incollati pannelli di idrosilicato di calce. La finitura verrà garantita da una rasatura finale con nuovo intonaco in malta di calce idraulica. Nel caso si dovesse essere richiesto il completo isolamento tra muratura ed ambiente l'appaltatore dovrà realizzare un doppio strato impermeabile applicando un nuovo intonaco idrorepellente in malta cementizia additivata ed una successiva rasatura con cemento impermeabile. Si procederà successivamente con la messa in opera dei pannelli di vetro cellulare a tenuta stagna e la successiva applicazione di pannelli in idrosilicato di calce. La finitura prevede sempre una rasatura con nuovo intonaco in malta di calce idraulica. I pannelli verranno applicati con idonei collanti. Si potranno adottare anche sistemi di tipo misto prevedendo la realizzazione di intercapedini interne e di contropareti da rivestire con intonaci e pannelli speciali.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le opere siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono

pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

### **Art. 143 – Eliminazione delle efflorescenze saline**

Effettuati gli interventi di deumidificazione e di intercettazione dell'umidità da risalita si presenta spesso il fenomeno della migrazione delle efflorescenze saline dovuta al graduale prosciugamento della muratura. L'appaltatore dovrà, prima di procedere alla posa di qualsiasi rivestimento superficiale, seguire le seguenti istruzioni:

- attendere il tempo necessario per consentire alle murature di espellere i sali in essa presenti. Il tempo di attesa, difficilmente valutabile preventivamente, sarà stabilito dalla D.L. e non sarà mai inferiore ai 4-6 mesi;
- eseguire un'accurata ed energica pulizia con spazzole di saggina della muratura. Sarà escluso tassativamente l'uso di acqua in quanto quest'ultima solubilizza i sali e fa riassorbire i sali riportandoli in profondità.

L'appaltatore, eseguite le precedenti lavorazioni potrà procedere, dietro autorizzazione della D.L. al sistema di eliminazione dei Sali previsto in progetto.

1) *Estrazione con intonaci provvisori* – Per accelerare l'espulsione l'appaltatore dovrà applicare un intonaco provvisorio di assorbimento. L'intonaco provvisorio, salvo diversa prescrizione, sarà composto da circa 300 kg di calce idrata per 1,00 mc di sabbia (ben pulita ed assolutamente scevra da sali solubili). Trascorso un periodo di tempo sufficiente per la presa e l'indurimento della malta (variabile in relazione alle condizioni ambientali) esaminerà attentamente la superficie e delimiterà le parti in cui risulta evidente la presenza di efflorescenze saline. Eliminerà l'intonaco provvisorio e, limitatamente alle parti che risultano inquinate, ripeterà il trattamento il numero di volte richiesto dalla D.L. Ove in alcune zone il fenomeno dovesse ripresentarsi è necessario ricorrere a sistemi più risolutivi quali gli impacchi con argille assorbenti di cui all'art. "Metodi per la pulitura di edifici monumentali del presente capitolato".

Specifiche sui materiali – La provvisorietà dell'intervento non richiede una particolare cura nel confezionamento dell'intonaco; quest'ultimo può essere costituito da uno strato, di limitato spessore, ottenibile con una generica malta bastarda. L'inerte di granulometria medio/grossa deve essere perfettamente pulito e di basso contenuto salino. Fra il muro, reso umido sia dalla pulizia che dal contatto con la malta su questo applicata, e fra la stessa malta si attiva, infatti, un fenomeno osmotico; fra due soluzioni a diversa concentrazione salina (il muro e la malta) avviene il trasferimento dei sali in direzione della soluzione con minore concentrazione (l'intonaco provvisorio). Nel caso limite di una malta con una concentrazione salina maggiore di quella presente nella muratura, stendendo l'intonaco provvisorio, si rischia di immettere sali piuttosto che estrarli.

2) *Trattamenti chimici antisalinità* – Nei casi in cui è prescritto questo sistema l'appaltatore, prima di procedere alla pulitura, dovrà eseguire le analisi richieste per l'identificazione della natura chimica dei sali presente nella muratura. Andranno pertanto prelevati campioni di materiale da analizzare in laboratorio o da effettuare in situ. All'appaltatore potrà essere richiesto di verificare la solubilità della sostanza in acqua o in acido cloridrico, la reattività chimica (effervescenza con acido cloridrico) o altre analisi più approfondite. Sulle superfici precedentemente preparate l'appaltatore applicherà, in modo omogeneo e preferibilmente con un irroratore manuale, una sola stesura di prodotto consistente, in genere, in una dispersione acquosa pronta all'uso; il tutto seguendo sempre ed accuratamente le prescrizioni della D.L. ed i suggerimenti del produttore.

#### *Specifiche sui materiali*

Per i trattamenti antisalinità si utilizzeranno prodotti a base di silani, silossani e polisilossani (o combinazioni fra tali resine) in dispersione acquosa che hanno la proprietà di formare un filtro antisalinità ad ampio spettro contro diversi tipi di sali (cloruri, nitrati e solfati).

Va escluso l'uso, in assenza di una specifica autorizzazione, dei reattivi (acido fluoridrico, fluosilicato di piombo, fluosilicati alcalini) distruttori di specifici sali in quanto queste sostanze possono produrre all'interno dei pori, come conseguenza della reazione chimica, dei depositi di cristalli capaci di variare le caratteristiche meccaniche degli strati più esterni della muratura. Si potranno inoltre effettuare trattamenti con prodotti impregnanti o idrorepellenti (resine silconiche) che tendono a trasformare chimicamente i composti igroscopici in composti stabili. Tali prodotti andranno utilizzati con grande cautela onde non causare ulteriori problemi alle murature quali la creazione di una pellicola idrofoba superficiale. L'appaltatore sarà quindi tenuto ad accertarsi se le resine utilizzate per l'intercettazione di sali abbiano in termini di "tensione superficiale" un angolo di contatto adeguato allo specifico utilizzo.

Diverse formulazioni di tali prodotti, infatti, sono modificazioni apportate a sostanze aventi spiccate caratteristiche idrorepellenti ed antiadesive. L'effetto idrorepellente, attivato in questi prodotti dalla presenza d'acqua nelle malte, non agevola ma contrasta il legame polare fra le diverse componenti cristalline; si corre, quindi, il rischio di non assicurare una sufficiente adesione fra la muratura trattata ed il successivo strato di finitura (intonaco).

Nei casi in cui sono prescritte queste sostanze occorrerà che l'appaltatore presti la dovuta attenzione ai suggerimenti del produttore in relazione ai limiti di tempo entro i quali sarà necessario provvedere, in

seguito al trattamento antisalino, alla successiva collocazione degli intonaci. L'effetto idrorepellente ed antiadesivo, infatti, non è immediato ma avviene solo in seguito alla reazione di polimerizzazione della resina. Per l'insieme di questi motivi sarà esclusa la possibilità di eseguire interventi generalizzati sull'intera estensione delle superfici esterne.

L'utilizzo di questi prodotti deve essere limitato a delle piccole zone facilmente accessibili e mantenibili.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per

essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

##### *b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le lavorazioni siano eseguite a perfetta regola d'arte.

#### **Art. 144 – Sbarramento impermeabile verticale eseguito fra la superficie esterna della muratura ed il terreno**

L'appaltatore, prima d'iniziare qualsiasi tipo di scavo, avrà l'obbligo di puntellare, secondo le disposizioni dell'art. "Opere provvisoriale" del presente capitolato, quei terreni che, ad insindacabile giudizio della D.L., non dovessero fornire assolute garanzie di sicurezza. Lo scavo dovrà essere eseguito fino all'estradosso della fondazione in modo da consentire il passaggio degli addetti ai lavori. L'appaltatore dovrà, quindi, ripulire accuratamente la parte scoperta della struttura sulla quale dovrà stendere uno strato di malta cementizia dello spessore stabilito.

L'applicazione a caldo dello strato di asfalto o di cemento idrofugo o di qualsiasi altro materiale impermeabile prescritto dagli elaborati di progetto, dovrà essere eseguita solo dopo l'indurimento della malta cementizia e secondo le modalità ordinate dalla D.L. o consigliate dal produttore della sostanza impermeabile.

L'appaltatore dovrà, quindi, costruire sullo strato impermeabile, se previsto, un muretto in mattoni pieni, disposti a coltello o collocare ed eseguire quanto previsto in progetto al fine di distanziare, ventilare e salvaguardare lo strato impermeabile.

Infine potrà procedere al riempimento dello scavo con pietrame secondo le modalità descritte nell'art. "Vespai, intercapedini e drenaggi" del presente capitolato.

Se sarà prevista la realizzazione di un'intercapedine esterna mediante la collocazione di elementi prefabbricati, l'appaltatore, oltre a finirli con caratteristiche rispondenti ai requisiti richiesti, dovrà collocarli mediante uno scavo eseguito in aderenza alla struttura fino a raggiungere la quota delle fondazioni secondo le modalità sopra descritte. Infine, se previsto, dovrà effettuare, tramite la realizzazione di fori all'interno dei muri perimetrali o mediante altri sistemi, il collegamento fra l'esterno al di sopra del piano di calpestio, l'intercapedine esterna, i canali del vespaio ventilato o le intercapedini interne al fine di consentire la circolazione dell'aria ed evitare la saturazione dei vapori.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

##### *a) Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

**Art. 145 – Sistemi di pulitura – Generalità**

In base all'azione chimico-fisica che svolgono sulle superfici dei materiali, i sistemi di pulitura vengono così classificati:

- aggressivi, quando operano un forte attacco fisico-chimico
- parzialmente aggressivi, quando la loro azione risulta più attenuata
- ad aggressività controllata, quando la loro azione aggressiva è facilmente controllabile
- non aggressivi quando non operano alcuna azione chimico-fisica.

Prima di iniziare a pulire i manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà fare analizzare le croste e le superfici dei materiali al fine di determinare sia la natura, la consistenza e la reattività chimica della sostanza inquinante che l'inerzia chimica, la compattezza e la porosità delle superfici. Dovrà, altresì, adottare esclusivamente sistemi non aggressivi o ad aggressività controllata utilizzando prodotti aventi caratteristiche conformi a quelle richieste dall'art. "Prodotti per la pulitura dei manufatti lapidei" del presente capitolato. Dovrà, infine, prima di procedere alla pulitura, controllare i risultati forniti dall'esame delle superfici campione già trattate con i sistemi richiesti e tenere presente che sarà assolutamente vietato asportare durante l'esecuzione della pulitura, parti anche millesimali di materiale lapideo o eliminare la tipica colorazione denominata patina. In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà limitarsi ad eliminare tutte le manifestazioni patologiche in grado di generare ulteriori degradi, senza preoccuparsi in alcun modo dell'aspetto estetico e cromatico finale. La finalità dei lavori di pulitura consiste nell'eliminare i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono proseguire l'azione di deterioramento. Inoltre, considerando che nella maggior parte dei casi si interviene su materiali profondamente degradati, la pulitura deve essere attentamente calibrata, non deve provocare, esercitando un'azione troppo incisiva, ulteriori danneggiamenti sia a livello microscopico che macroscopico; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesi o esfoliati; non deve attivare sostanze chimiche che possono risultare dannose; nei casi in cui l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale, la pulitura deve arrestarsi al momento opportuno al fine di proseguire con altre tecniche.

I singoli interventi saranno realizzati puntualmente e mai in modo generalizzato, partendo sempre e comunque da i sistemi più blandi e solo in seguito all'autorizzazione della D.L. ricorrendo ai sistemi più forti ed aggressivi.

**MODALITÀ OPERATIVE COMUNI AI DIVERSI SISTEMI**

*Intervento iniziale* – L'appaltatore dovrà rimuovere esclusivamente quei depositi incoerenti (particellato atmosferico, carbonioso o terroso) che, accumulatisi per gravità o veicolati da acqua meteorica o di risalita (efflorescenze saline), non presentano alcun tipo di coesione o di reazione chimica con il materiale sottostante.

*Prima fase* – L'appaltatore dovrà rimuovere i depositi composti prevalentemente da sostanze che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto tramite un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipendono dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere composte da particellato atmosferico, penetrato in profondità, sali (carbonati) depositati da acqua di dilavamento, o presenti come macchie.

*Seconda fase* – L'appaltatore dovrà rimuovere lo strato superficiale che si forma sul materiale quando le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale lapideo mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari di reazione quali gli ossidi di ferro (ruggine) ed i prodotti gessosi (croste). Per rimuovere i depositi fortemente coesi e solidarizzati con il supporto i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto

nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte e, in molti casi (ad esclusione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

### **Art. 146 – Metodi per la pulitura di edifici monumentali**

Per tutte le lavorazioni incluse in questo articolo l'appaltatore provvederà ad eseguirle tramite il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche".

*Tasselli di prova* – All'appaltatore sarà vietato effettuare qualsiasi tipo di pulitura anche utilizzando sistemi e prodotti prescritti, senza l'esecuzione preventiva di prove applicative e in assenza di una esplicita autorizzazione della D.L.

*Pulizia manuale* – Poiché la pulizia manuale risulta particolarmente aggressiva, l'appaltatore dovrà eseguirla adoperando esclusivamente di saggina o di nylon. Sarà assolutamente vietato utilizzare spatole, raschietti, carte abrasive (anche a grane sottile) a pietra pomice salvo diverse disposizioni della D.L. relative a superfici di limitata estensione. Se autorizzato, l'appaltatore potrà lavorare con piccoli trapani sulle cui punte monterà delle speciali frese in nylon e setola o con l'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nylon.

*Acqua nebulizzata* – L'appaltatore, distribuiti i tubi adduttori lungo tutta la superficie dell'intervento, inizierà la pulizia dall'alto nebulizzando l'acqua mediante speciali atomizzatori autorizzati dalla D.L., il cui getto non dovrà mai essere indirizzato direttamente sulle superfici; sfrutterà, quindi, la capacità emolliente dell'acqua durante la caduta. L'efficacia della pulizia sarà determinata non tanto dalla quantità d'acqua impiegata quanto dal fatto che essendo nebulizzata e, quindi, costituita da numerose microparticelle aventi un'area superficiale molto estesa, avrà una superficie di contatto con i materiali da pulire maggiore di quella impiegata senza nebulizzazione. In ogni caso, il quantitativo d'acqua da impiegare su materiali assorbenti o corpi fessurati, dovrà assolutamente essere limitato in quanto dannoso. L'appaltatore dovrà prolungare l'intervento finché, le croste non risultino talmente morbide da essere asportate manualmente mediante spazzole di saggina o di nylon.

Il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni). L'appaltatore dovrà quindi provvedere sia alla raccolta dell'acqua impiegata, che all'accurata protezione delle superfici adiacenti, effettuando il trattamento esclusivamente in stagioni calde. L'appaltatore dovrà impiegare esclusivamente acqua deionizzata, (art. 29 del presente capitolato) priva di impurità e di sali in soluzione. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'appaltatore dovrà eseguire la pulitura con temperature esterne di almeno 14° con intervalli regolari, in ogni caso il tempo d'intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua al fine di evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di una specifica apparecchiatura, dotata di gruppo a resine scambiatrici di ioni, con una portata sufficiente a garantire la continuità di lavoro (gruppo motopompa a rotore in PVC per l'adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori); l'appaltatore provvederà alla formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su tassellature campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

*Apparecchiature ad ultrasuoni* – L'appaltatore, se previsto, dovrà adoperare speciali dispositivi atti a rimuovere, mediante leggere sollecitazioni prodotte da microonde (25 Khz) trasmesse da un piccolo spray ad acqua, le incrostazioni più resistenti, le apparecchiature ad ultrasuoni, adatte per la loro precisione al trattamento di manufatti policromi di particolare pregio artistico, potranno essere utilizzate solo da personale altamente specializzato.

*Microsabbatura di precisione* – La microsabbatrice è uno strumento di precisione che sfrutta l'azione fortemente abrasiva di microsferiche di vetro o di albumina (40 m), spinta da aria compressa. L'appaltatore, per effettuare microsabbature, dovrà impiegare solo personale specializzato ed operare esclusivamente

sulle zone ricoperte da incrostazioni avendo cura di pulire i particolari architettonici senza alterarne i volumi. L'appaltatore potrà utilizzare ugelli di vario diametro (0,4 – 3 mm) scegliendoli in rapporto alla pressione d'esercizio (0,5 – 4 atm), alla granulometria dell'inerte e principalmente al tipo di supporto da pulire. Gli inerti potranno essere microsfele di vetro o di allumina, corindone bianco, silice micronizzata, del diametro di qualche decina di micron (coefficiente di durezza della scala mosh = 9; dimensioni sfere 100-150-180-200 mesh), carbonato di calcio o bicarbonato di sodio che hanno durezza di poco superiore alla superficie da pulire (durezza = 3 mosh). La microsabbatura dovrà esercitare l'azione abrasiva con grande precisione e con gradualità, anche in zone particolarmente sfavorevoli (sottosquadri, cornici), regolando la pressione di esercizio. Per la delicatezza dell'apparecchiatura si richiede l'intervento di operatori altamente qualificati e l'impiego su superfici poco estese.

*Aeroabrasivo ad umido a bassa pressione* – L'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà impiegare sistemi ad aria compressa a bassa pressione (1-5 bar) e ugelli di vario diametro (mm 1-8). La superficie interessata verrà irrorata da un aerosol di acqua deionizzata nebulizzata mista ad inerti selezionati come quelli impiegati per la microsabbatura (silice micronizzata; ossidi di alluminio, microsfele di vetro). L'appaltatore dovrà quindi provvedere sia alla raccolta dell'acqua impiegata, che all'accurata protezione delle superfici adiacenti. effettuando il trattamento esclusivamente in stagioni calde.

*Pulizia chimica* – L'appaltatore potrà utilizzare solamente quei detergenti chimici dalle caratteristiche richieste dall'art. "Prodotti per la pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato che dovrà applicare esclusivamente sulle incrostazioni avendo cura di controllarne l'azione corrosiva in modo da non compromettere l'integrità dei materiali lapidei. Dovrà impiegare preferibilmente formulati in pasta da diluire con le percentuali d'acqua stabilite dalla D.L. L'appaltatore per la pulizia di materiali porosi, assorbenti e deteriorati non dovrà assolutamente utilizzare detergenti chimici che, invece, potrà impiegare per rimuovere lo sporco depositatosi su superfici integre e compatte. Egli dovrà in ogni caso eseguire subito dopo la pulizia lavaggi con abbondante acqua e con neutralizzatori. Se richiesto, l'appaltatore dovrà attenuare l'azione corrosiva inserendo fogli di carta assorbente fra la pietra e la pasta chimica.

*Argille assorbenti* – L'appaltatore dovrà diluire l'argilla con un quantitativo d'acqua sufficiente a renderla pastosa e lavorabile; quindi, applicherà l'impasto sul manufatto con le mani o con piccole spatole flessibili e farà aderire all'impasto dei teli di garza su cui stenderà del cotone idrofilo bagnato; infine, coprirà il tutto con teli di nylon aperti in alto al fine di permettere il ciclico inumidimento del cotone. Ogni 2-3 giorni, dovrà controllare che l'impacco sia sufficientemente umido e in caso contrario bagnarlo e sigillarlo. Trascorso un congruo numero di giorni, generalmente valutato con prove applicative, dovrà togliere i teli di nylon per lasciare essiccare l'argilla che, in seguito, asporterà con lavaggi a base d'acqua deionizzata. Se l'argilla non riuscisse a sciogliere le incrostazioni, l'appaltatore dovrà diluirla con piccole quantità di agenti chimici o sostituire l'acqua d'impasto con sostanze solventi a bassissima concentrazione; il tutto dietro specifica autorizzazione degli organi preposti alla tutela e dopo specifiche analisi di laboratorio. Inoltre, se previsto dagli elaborati di progetto o richiesto dalla D.L., dovrà preparare gli impacchi aggiungendo all'argilla, urea, glicerina o altre sostanze capaci di pulire le croste molto spesse mediante l'azione solvente esercitata dai nitro batteri. L'appaltatore avrà, infine, l'obbligo di mantenere l'impacco attivo sulle croste per il tempo ritenuto necessario dalla D.L. ad assolvere la sua funzione detergente.

*Sistemi laser* – L'apparecchiatura selettiva laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), ad alta precisione, è in grado di rimuovere depositi da marmi e da materiali di colore chiaro, depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terrecotte e intonaci. Sottoposti ad impulsi successivi (spot) di raggio laser, i depositi superficiali assorbono selettivamente, con una conseguente evaporazione di sostanze con la rottura dei legami chimici e con un effetto fotomeccanico. Inoltre, l'onda d'urto collegata alla rapida espansione dei gas emessi durante la fase appena descritta, provoca un effetto di rimozione delle particelle di deposito debolmente aderenti alla superficie. Lo strato interessato viene colpito dalla radiazione per spessori di qualche micron. Non viene quindi intaccato lo strato sottostante con coefficiente di assorbimento inferiore (specialmente se di colore chiaro). Il laser permette di rispettare integralmente la patina di materiali sui quali siano presenti croste e depositi scuri; per contro ha alti costi di esercizio, dovuti alla specificità dell'apparecchiatura e ai tempi di intervento.

Il raggio laser sarà condotto sulla superficie da pulire utilizzando un braccio snodato meccanico della lunghezza di circa m 2 o tramite un sistema a fibre ottiche che conducono le radiazioni sino ad una pistola che viene utilizzata direttamente dall'operatore (la distanza tra apparecchio e superficie si aggira intorno a m 10 - 12). L'apparecchio deve possedere buone doti di maneggevolezza, avere la possibilità di regolare l'emissione di energia per impulso, la modulazione delle frequenze di emissione, la focalizzazione del raggio sulla superficie dell'oggetto da pulire.

Andranno attentamente verificati in fase operativa i tempi, la lunghezza d'onda e l'energia di impulso dell'apparecchiatura che verrà s'intende utilizzare; risulta pertanto importante effettuare un'appropriata selezione delle condizioni di lavoro anche in riferimento al substrato. Dovranno quindi essere eseguite le analisi conoscitive preliminari, previste all'art. "Indagini preliminari" del presente capitolato, sia sul supporto che sul deposito. Saranno inoltre eseguite delle tassellature di prova con diverse intensità.

Si potrà quindi operare in modi diversi e in maniera selettiva adottando essenzialmente i seguenti sistemi:  
– sistema diretto: atto alla rimozione diretta del deposito;

– sistema indiretto: con energie incidenti controllate, atte semplicemente a staccare il deposito dal substrato, da rimuovere successivamente con altre tecniche (bisturi).

L'apparecchiatura sarà sempre utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio). In questo modo il laser potrà essere "messo a punto" – in modo da ottenere risultati specifici (auto limitazione, selettività, discriminazione).

L'appaltatore dovrà prendere le precauzioni particolari nella protezione da danni agli occhi degli operatori.

*Sistema Jos* – Il sistema sfrutta un vortice d'aria elicoidale a bassissima pressione (0,1 – 1,0 bar) ed inerti con granulometria di pochi micron quali il carbonato di calcio, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato (durezza da 1 a 4 mosh, granulometria da 5 a 300 micron). Il sistema, conformemente agli elaborati di progetto, potrà essere impiegato sia a secco che ad umido utilizzando minimi quantitativi d'acqua (5 – 60 l/h) in relazione alla superficie da ripulire. La proiezione a vortice degli inerti agisce sulla superficie con differenti angoli d'incidenza, ottenendo pertanto buoni risultati di pulitura sia su superfici lapidee che su metalli, legni, superfici pittoriche ed affreschi. L'appaltatore potrà impiegare questo sistema su superfici sporche di particolato atmosferico, su incrostazioni calcaree, su croste nere, graffiti, mentre sarà opportuno evitare interventi su alghe, muschi e licheni ed altro genere di sostanze organiche (la rottura delle molecole pigmentate può macchiare il supporto). L'operatore dovrà variare, in relazione dello specifico intervento, le dimensioni dell'ugello e la distanza di esercizio (fra ugello ed il materiale) tra i cm 35 e i 45. Il sistema richiede l'impiego di compressori di grandi dimensioni dotati di regolatore di pressione.

*Sistemi meccanici* – Solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e ricorrendo a personale altamente specializzato l'appaltatore potrà impiegare utensili di vario tipo quali: bisturi, spatole metalliche, microscalpelli, microtrapani, vibroincisori elettrici o ad aria compressa. Questi strumenti saranno impiegati esclusivamente per rimuovere depositi di materiali di varia natura quali depositi calcarei, stucature cementizie e materiali incompatibili con il supporto.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile, prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

#### **Art. 147 – Bonifica da macro e microflora**

Questi lavori sono un particolare tipo di pulitura che interessano la bonifica sia dell'ambiente circostante al materiale che il materiale stesso; consistono nella rimozione della vegetazione (inferiore e superiore): muschi, licheni, alghe, apparati radicali di piante infestanti. Questi trattamenti possono essere eseguiti con mezzi meccanici controllati oppure irrorando sulle superfici interessate disinfestanti liquidi (da applicare a pennello o con apparecchiatura a spruzzo), in gel o in polvere, ripetendo il trattamento periodicamente. È necessario impiegare prodotti la cui capacità tossica decada rapidamente, in modo da non accumularli nel terreno, facendo attenzione che la loro efficacia sia il più possibile limitata alle specie invasive da eliminare. Questi trattamenti andranno effettuati sempre con la massima cura e la completa sicurezza per gli operatori. Dovranno essere sempre e comunque autorizzati dalle autorità competenti la tutela del bene, dietro specifica autorizzazione e controllo della D.L.

La pulizia non dovrà mai essere effettuata in maniera generalizzata, ma direttamente sulla parte interessata, puntuale e finalizzata solo dopo avere acquisito tutti gli elementi necessari per la conoscenza sia del materiale da trattare (consistenza fisico-materica, composizione chimica ecc.), sia della natura e specie della flora infestante che del tipo di prodotto da utilizzare.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori

caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

### **Art. 148 – Eliminazione di macroflora e di microflora infestante**

#### *Eliminazione della vegetazione infestante*

L'appaltatore darà inizio ai lavori con l'estirpazione meccanica della vegetazione ricorrendo a modalità idonee a non alterare i materiali componenti la muratura; scarterà, quindi, tutti i mezzi che possono alterare profondamente il substrato del muro. Tutte le specie arboree ed erbacee dovranno essere estirpate nel periodo invernale, tagliandole a raso con i mezzi più adatti (a bassa emissione di vibrazioni). In ogni caso l'appaltatore dovrà tenere presenti e valutare attentamente i seguenti fattori:

- la resistenza allo strappo opposta dalle radici;
- l'impossibilità di raggiungere con mezzi meccanici le radici ed i semi penetrati in profondità, senza recare danni ulteriori alla struttura muraria da salvaguardare;
- le difficoltà che si incontrano nel raggiungere le parti infestate.

Eliminate le parti a vista, l'appaltatore provvederà ad eseguire la disinfestazione tramite l'utilizzo delle sostanze chimiche previste in progetto garantendo il pieno rispetto delle strutture e dei paramenti dell'edificio su cui opera. Interverrà, quindi, con la massima cautela, utilizzando quei biocidi con le seguenti caratteristiche:

- assenza di qualsiasi azione chimica, diretta o indiretta nei riguardi delle strutture murarie che debbono essere trattate;
- essere incolore, trasparente e privo, dopo l'applicazione, di residui inerti stabili; sono da escludersi pertanto tassativamente tutti quei prodotti colorati, oleosi e che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego;
- neutralità chimica;
- atossicità nei riguardi dell'uomo, degli animali domestici e selvatici;
- assenza di fenomeni inquinanti per le acque superficiali e profonde delle zone interessate all'applicazione;
- essere degradabile nel tempo ad opera delle microflora del substrato.

Il principio attivo dovrà essere stabile ed essere irrorato entro i limiti della zona di distribuzione, senza sbavature, che possano estendere l'azione del formulato a settori che non sono da trattare.

Per la esecuzione degli interventi sarà consentito l'uso dei prodotti di cui all'art. 51 del presente capitolato. Successivamente all'applicazione e trascorso un periodo di almeno 60 giorni, sarà cura dell'appaltatore controllarne l'efficacia.

#### *Eliminazione di alghe, muschi e licheni*

Le alghe, i licheni ed i muschi attecchiscono in aree fortemente umide ed in ombra, soprattutto se alimentate dalla presenza di acque meteoriche o disperse, da umidità di condensazione o di risalita: l'appaltatore, quindi, nei limiti di quanto previsto dagli elaborati di progetto, dovrà, prima di operare qualsiasi intervento su tali organismi, eliminare tutte le cause al contorno che ne agevolano la crescita, al fine evitare che la disinfestazione possa perdere efficacia. I muschi crescono su substrati argillosi aderenti alle murature sulla cui superficie formano escrescenze e tappeti uniformi. L'appaltatore dovrà provvedere, preventivamente alla disinfestazione, alla loro rimozione meccanica a mezzo di spatole e altri strumenti (pennelli a setole rigide, ecc.) evitando accuratamente d'incidere sulle superfici dei manufatti. Solo successivamente potrà applicare la sostanza biocida. Quest'ultima, conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L., potrà essere del tipo specifico per una singola specie oppure a vasto raggio di azione. Le superfici infestate saranno irrorate con i biocidi di cui all'art. 51 del presente capitolato sono generalmente sostanze solubili in acqua e da utilizzare in soluzioni all'1-3%. Nei casi più difficili, potranno essere utilizzate soluzioni più concentrate, eventualmente sospese in fanghi o paste opportune (mediante impacchi di argilla o di metilcellulosa) e lasciate agire per tempi sufficientemente lunghi (1 o 2 giorni).

I trattamenti dovranno essere ripetuti il numero di volte stabilito insindacabile giudizio della D.L., e andranno conclusi con abbondanti lavaggi con acqua al fine di eliminare ogni residuo di sostanza biocida. Per evitare l'uso di sostanze velenose per l'uomo e pericolose per i materiali, l'appaltatore potrà operare una sterilizzazione delle alghe cianoficce e dei cianobatteri mediante l'applicazione di radiazioni ultraviolette, ottenute con lampade da 40W poste a circa cm 10-20 dal muro e lasciate agire ininterrottamente per una settimana. In questo caso l'appaltatore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie per la protezione da danni agli occhi degli operatori.

Le sostanze biocide, pur non essendo tossiche per l'uomo, saranno utilizzate con le dovute cautele in quanto possono risultare irritanti, soprattutto su soggetti sensibili, e creare allergie, o risultare pericolose per gli occhi e le mucose. L'appaltatore, quindi, dovrà fornire agli operatori guanti ed eventuali occhiali, osservando le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'uso di prodotti chimici velenosi.

#### MODALITÀ DI CONTROLLO, VERIFICA E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

**UNI 10813** *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Verifica della presenza di microrganismi fotosintetici su materiali lapidei mediante determinazione spettrofotometrica UV/Vis delle clorofille a, b, e c.*

**UNI 10922** *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Allestimento di sezioni sottili e sezioni lucide di materiali lapidei colonizzati da biodeteriogeni.*

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

### **Art. 149 – Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi – Generalità**

Trattandosi di lavorazioni complesse e delicate le impregnazioni, qualsiasi sia la loro finalità, necessitano di un'approfondita analisi del quadro patologico generale, della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza dei manufatti da impregnare al fine di determinare la tipologia sia dei prodotti che delle tecniche d'intervento.

I lavori di impregnazione di manufatti edili da effettuare mediante sostanze idrofobizzanti o consolidanti dovranno essere preceduti da analisi da eseguire, ove prescritto secondo le prescrizioni contenute nell'art. "Indagini preliminari ai lavori di restauro" del presente capitolato, atte a stabilire in base al degrado il tipo di formulato da impiegare.

All'appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo d'impregnazione utilizzando anche sostanze prescritte, senza la preventiva esecuzione di prove applicative e l'esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso qualsiasi impregnazione dovrà essere limitata e mai generalizzata. Ad applicazione effettuata l'appaltatore dovrà verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche tramite controlli periodici cadenzati nel tempo.

La quantità di prodotto da utilizzare sarà decisa dalla D.L. in funzione della:

- porosità dei materiali
- struttura molecolare dell'impregnante
- qualità della sostanza impregnante
- modalità di applicazione.

L'appaltatore, prima di procedere a qualsiasi tipo di applicazione avrà l'obbligo di:

- eliminare le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altro difetto costruttivo
- accertare mediante prove applicative la compatibilità dell'impregnante con le malte o gli intonaci alcalini
- eliminare ogni possibile infiltrazione d'acqua al fine di evitare possibili migrazioni di sali all'interno del muro
- eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detergenti, depositi organici ed efflorescenze saline
- proteggere le superfici che potrebbero essere danneggiate dall'intervento
- eseguire l'impregnazione con temperature ambientali comprese fra i 5° ed 25°C
- proteggere dalla pioggia per almeno un giorno le superfici impregnate.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e

delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

*Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione. I controlli saranno quelli stabiliti all'art. 67 del presente capitolato.

**Art. 150 – Consolidamento di manufatti edili**

L'appaltatore eseguirà il trattamento consolidante utilizzando esclusivamente quelle sostanze che abbiano i requisiti richiesti dall'art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato. Il quantitativo di sostanze consolidante sarà stabilito dalla D.L. in base all'effettivo grado d'alterazione del manufatto solo dopo l'esecuzione di prove su superfici campione.

I sistemi d'applicazione delle sostanze consolidanti prevedono l'impiego sia di generici attrezzi di cantiere (pennelli, rulli, pistole a spruzzo o airless) sia, ove è richiesta la penetrazione capillare in profondità, di un impianto di cantiere più complesso.

L'appaltatore, in ogni caso, dovrà delimitare proteggendole le zone non interessate dall'intervento facendo in modo di raccogliere e di riciclare la sostanza consolidante che non viene assorbita. Organizzerà, in seguito, dei cicli continui di imbibizione. Se richiesto, dovrà predisporre una serie di nebulizzatori che distribuiscano il prodotto sulla superficie da trattare; in alternativa dovrà realizzare, sull'elemento da trattare, degli impacchi di cotone, di cellulosa o di carta giapponese, che terrà costantemente imbevuti di sostanza consolidante.

Qualora le parti da trattare siano smontabili (statue, elementi decorativi, balaustre estremamente degradate) o distaccate, l'appaltatore dovrà predisporre il più appropriato trattamento in laboratorio (all'interno o all'esterno del cantiere). I manufatti saranno impregnati in contenitori di resina, per immersione parziale o totale o, se richiesto negli elaborati di progetto, sotto vuoto.

I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni.

In generale i prodotti consolidanti potranno essere applicati:

- ad airless: tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido, in assenza di aria, messo in pressione da una pompa pneumatica;
- a pennello: tramite applicazione sino a rifiuto, con pennelli morbidi, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita (ove previsto dal produttore), aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani.
- a tasca: questa tecnica, da utilizzarsi per l'impregnazione di apparati decorativi, di oggetti e formelle fortemente degradati. Prevede l'applicazione intorno alla zona da consolidare di tasca ottenuta nel seguente modo:
  - collocando nella parte inferiore un elemento a forma di gronda impermeabilizzato (per esempio di cartone imbevuto di resina epossidica), allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso;
  - ricoprendo la parte da consolidare con uno strato di cotone idrofilo;
  - avvolgendo la zona ed il cotone con dei fogli di polietilene da sigillare fra loro;
  - collocando nella parte alta un tubo adduttore fornito di diversi e piccoli fori atti a distribuire la sostanza impregnante.

Il prodotto consolidante sarà spinto verso la tasca da una pompa e, attraverso il cotone idrofilo, penetrerà lentamente nella zona da consolidare: l'eccesso di resina verrà raccolto nella grondaia e, una volta recuperato, sarà rimesso in circolo. Per il buon fine dell'intervento sarà necessario assicurarsi, di tanto in tanto, che il cotone idrofilo sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata;

- a percolazione. Questa tecnica, da utilizzarsi per l'impregnazione di superfici estese, ricalca i principi del metodo precedente; l'appaltatore farà collocare un idoneo distributore nella parte superiore della superficie da trattare; tramite il distributore il prodotto verrà distribuito lungo un segmento e per gravità tenderà a scendere impregnando per capillarità la superficie da trattare. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrata in modo tale da garantire il graduale ma continuo assorbimento evitando, nel contempo, eccessi di formulato tali da coinvolgere le zone circostanti. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da una canaletta forata e fornita, nella sua parte inferiore, di un pettine o di una spazzola con funzione di distributore;
- sotto vuoto. È possibile applicare la tecnica del vuoto sui materiali in situ nel seguente modo:
  - o ricoprendo le parti da trattare con dei fogli di polietilene;
  - o sigillandone accuratamente i bordi con lattice di gomma e nastri adesivi, in modo da poter creare il vuoto fra superficie della pietra e fogli di protezione;

- o predisponendo, sotto i fogli di polietilene, un elemento distributore (collegato al recipiente che contiene la sostanza impregnante.

Tramite il distributore la sostanza consolidante sarà aspirata grazie alla formazione del vuoto:

- posizionando, sotto i fogli di polietilene, dei raccordi dove collegare la pompa;
- attivando la pompa per vuoto collegata ai raccordi.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione.

#### **Art. 151 – Idrofobizzazione di manufatti edili**

L'appaltatore potrà procedere al trattamento idrofobizzante delle superfici esterne dei manufatti edili solo dopo aver effettuato, se prescritto dagli elaborati di progetto, la loro impregnazione con effetto consolidante. I lavori andranno eseguiti previa l'accurata pulizia delle superfici.

Se si dovessero utilizzare per la pulizia sostanze chimiche attive, l'appaltatore dovrà neutralizzare l'azione degli eventuali residui con abbondante acqua o mediante l'uso di appositi neutralizzatori indicati dalla D.L.

Prima di dare inizio ai lavori, dovrà eseguire prove applicative su superfici campione al fine di determinare la quantità di materiale occorrente e di verificare, se prescritto, mediante specifiche analisi di laboratorio, la validità del trattamento, la profondità d'impregnazione e la compatibilità fisico-chimica della sostanza impregnante con il supporto. Gli impregnanti, salvo diverse prescrizioni, dovranno essere applicati su fondi asciutti.

L'appaltatore dovrà dopo la pulizia con acqua o in caso di pioggia, attendere che le superfici, traspirando, riacquistino il loro naturale tasso di umidità, per applicare le sostanze impregnanti si potranno impiegare indifferentemente i sistemi, sia sistemi manuali che meccanici, descritti nell'articolo precedente "Consolidamento corticale di manufatti edili".

Per ottenere una profonda ed efficace impregnazione i sistemi più diffusi sono:

- pennelli: purché, la sostanza impregnante venga stesa più volte fino a completa saturazione del manufatto;
- altre tecniche, purché, siano in grado di trattenere la sostanza impregnante sul supporto per il tempo occorrente a realizzare un completo assorbimento ed a condizione che non comportino alcun pericolo per l'integrità del manufatto.

Qualora venissero impiegati sistemi a spruzzo, gli ugelli dovranno essere tenuti ad una distanza di almeno 10-15 cm in modo da evitare il ricorso a pressioni elevate.

L'appaltatore, infine, durante il periodo estivo dovrà evitare l'impregnazione di superfici soleggiate e durante l'inverno proteggere con teli le superfici esposte alle piogge evitando il trattamento con temperature inferiori a 0 gradi centigradi.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione. I controlli saranno quelli stabiliti all'art. 67 del presente capitolato.

RIFERIMENTI NORMATIVI

**UNI 10921** Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.

**UNI 10859** Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità

## Restauro degli apparati decorativi

### **Art. 152 – Restauro degli apparati decorativi – Generalità**

I lavori di restauro degli apparati decorativi saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l'appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino alterati e degradati in maniera irreversibile. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e di tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.

L'appaltatore provvederà ad eseguire tutte le lavorazioni incluse in questo articolo esclusivamente tramite il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche".

Prima d'iniziare le lavorazioni sarà cura dell'appaltatore, ove richiesto dagli elaborati di progetto, fornire:

- a) La documentazione storica archivistico-iconografica in grado di fornire i dati sulla "storia" dell'oggetto, sulle modificazioni e sugli interventi subiti. La documentazione, oltre a contribuire alla conoscenza dell'oggetto e delle sue trasformazioni fisiche e/o estetiche, sarà uno strumento indispensabile a stabilire e valutare l'estensione delle diverse operazioni a cui l'opera dovrà essere sottoposta durante l'intervento di restauro. Sarà necessario che tale documentazione venga prodotta a diretto contatto delle opere e sarà la base sulla quale, una volta acquisiti tutti i dati conoscitivi indicati negli interventi di studio preliminari si potranno prendere le decisioni definitive sull'intervento. Potrà essere richiesto di allegare alla documentazione delle schede di utili per riportare le informazioni difficilmente restituibili graficamente.
- b) La documentazione fotografica da eseguire durante tutte le fasi del lavoro di restauro fino alla documentazione del risultato finale. Tale documentazione, in B/N e/o a colori, testimonierà la situazione precedente all'intervento, sarà garante delle tecniche e delle metodologie adottate e documenterà lo stato dei lavori in corso. Dovrà essere eseguita secondo le tecniche di ripresa e di stampa rispondenti alle particolari esigenze legate al campo della conservazione. Sarà compito dei restauratori indicare al fotografo il tipo di dettaglio a cui si vuole dare risalto e l'organizzazione del materiale da consegnare.
- c) La documentazione grafica e tutte le informazioni occorrenti sullo stato di conservazione e sulle tecniche di esecuzione di interventi precedenti. Sarà compito dell'appaltatore la rappresentazione, su una base grafica, delle seguenti informazioni derivate dall'analisi visiva del manufatto: – rilevamento dello stato di conservazione; – rilevamento degli interventi precedenti; – rilevamento delle tecniche di esecuzione; – compilazione di schede di restauro e/o relazioni.
- d) Il rilievo da eseguire nella scala idonea in base alle dimensioni dell'oggetto e/o alla definizione di dettaglio.
- e) Le indagini conoscitive e diagnostiche da eseguire con modalità e finalità differenti prima, durante ed alla fine dell'intervento, si possono sintetizzare in: analisi dei materiali costitutivi e della tecnica di esecuzione, analisi dei prodotti di deterioramento, controllo degli interventi conservativi. Le analisi andranno eseguite secondo le modalità descritte negli articoli del Capo III del presente capitolato.
- f) I saggi di prova per la messa a punto dell'intervento. Tramite l'esecuzione dei saggi si verificheranno sia le informazioni acquisite nel corso degli studi preliminari che le ipotesi metodologiche formulate.

*Movimenti e trasporti* – All'appaltatore potrà essere richiesto di rimuovere gli apparati decorativi per trasportarli presso laboratori specializzati. Questo genere di operazioni richiederà l'intervento di ditte specializzate. Al fine di operare sempre nella massima sicurezza sarà necessario ed indispensabile affidarsi all'assistenza ed al coordinamento da parte del restauratore professionista anche nei casi in cui le movimentazioni siano eseguite da ditte specializzate. Di competenza esclusiva del restauratore sarà anche il posizionamento ed il montaggio del manufatto su supporti o su strutture di sostegno. Per supporto s'intende la base su cui il manufatto integro verrà esposto, mentre per struttura di sostegno s'intende una struttura atta a restituire equilibrio e integrità a opere frammentarie le cui parti mancanti non siano integrabili secondo la forma originale.

*Rimozione di frammenti e loro catalogazione* – Alcune lavorazioni relative alla rimozione di depositi incoerenti e coerenti potranno risultare necessarie e indispensabili complessivamente o singolarmente per la corretta esecuzione dell'intervento di restauro. La decisione di eseguire o meno ciascuna di esse rientra nei compiti della direzione dei lavori che terrà conto dello specifico stato di conservazione del manufatto che si sottopone a restauro. Le rimozioni dovranno consentire, oltre al raggiungimento della propria finalità intrinseca, anche una ricognizione puntuale delle zone sulle quali si ritenga necessario intervenire con operazioni finalizzate a preconsolidare e proteggere le superfici in previsione delle successive fasi di pulitura e restauro.

In quest'ottica il "ristabilimento parziale della coesione", detto anche "preconsolidamento", andrà applicato a quelle parti di materiale disgregato o polverizzato, visibili già nella fase iniziale o individuate dopo la rimozione di depositi incoerenti, che potrebbero essere compromesse con la pulitura. Tutte queste operazioni vengono definite parziali o temporanee perché limitate a garantire il requisito di solidità minimo indispensabile a consentire la pulitura senza comprometterne l'esito. Il ripristino completo della coesione così come la stuccatura e la microstuccatura definitive saranno oggetto di fasi successive dell'intervento.

Nel corso di queste lavorazioni potrà essere richiesta anche l'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi; data la funzione di sostegno, la superficie da bendare eccederà sempre l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiede l'applicazione. Altro onere per l'appaltatore sarà costituito dall'inventario e all'archiviazione dei frammenti e degli elementi rimossi che dovranno essere conservati. La valutazione di queste opere, se non comprese nella perizia di spesa, avverrà caso per caso esaminando la tipologia, la quantità e le difficoltà tecniche di rimozione dei frammenti o degli elementi in oggetto.

*Consolidamento* – Le operazioni di consolidamento saranno successive o potranno alternarsi a quelle di pulitura o di rimozione degli attacchi biologici; esse consisteranno nel ristabilimento della coesione di parti disgregate o polverizzate, che vengono progressivamente portate alla luce dalla rimozione dello sporco e delle incrostazioni (croste nere, strati carbonatati, scialbature posticce, attacchi biologici,...); con l'avanzare della pulitura, potranno essere trattate anche vaste aree di materiale degradato. La riadesione nei fenomeni di scagliatura e di esfoliazione verrà eseguito in maniera puntuale mediante l'incollaggio con resine e/o mediante iniezioni di malta idraulica.

*Diserbo e trattamenti biologici* – La lavorazione comprenderà una serie di operazioni che andranno dalla stesura del prodotto erbicida o biocida, alla successiva rimozione dello stesso prodotto includendo la pulitura meccanica delle superfici dagli attacchi biologici o da quelli di erbe e radici infestanti devitalizzate. Le operazioni relative a queste lavorazioni potranno alternarsi a quelle di consolidamento e pulitura. Le voci prescritte richiederanno ciascuna un determinato numero di cicli di applicazione". Nel corso delle lavorazioni andrà considerato il fatto che i manufatti conservati all'aperto sia in zone urbane che extraurbane, il cui restauro preveda tempi superiori alla durata di un anno, o contempli campagne stagionali per un periodo complessivo di alcuni anni, sono più facilmente soggetti al rinnovarsi degli attacchi biologici e alla crescita di erbe e piante infestanti. Pertanto in questi casi le operazioni in oggetto potranno essere ripetute più volte nel corso dei lavori.

*Lavori di pulitura* – Una complessità diversa caratterizzerà i diversi tipi di pulitura che si potranno eseguire. Tale complessità varierà in funzione della natura e delle caratteristiche di spessore e solubilità dei materiali da rimuovere, dei materiali costitutivi del manufatto, del loro stato di conservazione e della loro resistenza all'azione chimico-fisica che la stessa pulizia potrà esercitare. Sulla stessa unità di superficie si potranno sovrapporre diversi metodi di pulitura, che spesso andranno ripetuti alternandosi l'uno all'altro. Tutto ciò in relazione al fatto che le sostanze inquinanti sovrapposte al materiale lapideo potranno avere sia una composizione eterogenea che un notevole spessore ed un diverso grado di resistenza da zona a zona. La pulitura avverrà in queste zone in maniera graduale, utilizzando dapprima i metodi più adatti alla solubilizzazione delle sostanze meno resistenti ed affrontando in seguito, progressivamente e in maniera specifica, le stratificazioni sottostanti, in modo da recuperare la superficie originale senza comprometterla. Nell'uso di sistemi di nebulizzazione e di atomizzazione sono inclusi gli oneri relativi alla canalizzazione delle acque di scarico ed alla protezione delle superfici circostanti tramite teli di plastica e grondaie.

*Rimozione di stucature applicate in precedenti interventi* – Saranno compresi nei lavori le operazioni relative alla rimozione di stucature eseguite con diversi materiali, e di elementi metallici fissati con diversi adesivi o malte. Rifacimenti più estesi e inserti in pietra saranno considerati compresi tra le stucature, e come tali verranno trattati qualora gli elaborati di progetto ne prevedano la rimozione. Non è compresa fra queste opere la rimozione di inserti in pietra, di fasce, di cerchiature o di grosse staffe applicate in precedenti interventi, compresi i perni grigionieri.

*Policromie* – Quando l'intervento conservativo dovrà essere eseguito su parti decorate con policromie, anche se presenti solo in tracce, l'appaltatore dovrà eseguire delle analisi specifiche per il trattamento degli strati di policromia. Il criterio che guiderà le operazioni di pulitura sarà lo stesso della pulitura delle altre parti, con l'esclusione di tutte quelle tecniche che potrebbero danneggiare le decorazioni.

Si potranno utilizzare soluzioni di sali inorganici con una specifica caratterizzazione in relazione alla maggiore o minore difficoltà di rimuovere lo sporco o in funzione dello spessore e della coerenza dello strato da asportare e della sua adesione alla superficie originale.

### **Art. 153 – Dipinti murali**

Qualora venisse richiesto il restauro "in situ" di dipinti murali, l'appaltatore dovrà fare ricorso esclusivamente a tecnici specializzati e, salvo diverse prescrizioni, avrà cura di:

- rimuovere con ogni cautela tutti gli elementi decorativi o le sovrastrutture che, ad insindacabile giudizio della D.L. risultano estranei all'opera;
- fissare preventivamente le scaglie di colore decoese con i sistemi richiesti dagli elaborati di progetto o richiesti dalla D.L.;

- consolidare le parti distaccate con le tecniche prescritte.

I restauri andranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino la modernità in modo da distinguerli dagli originali; inoltre, l'appaltatore avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.

L'appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive d'individualità decorativa. Se si dovessero utilizzare le "Sostanze impregnanti" previste dal presente capitolato, essi dovranno essere esclusivamente di tipo reversibile e diluiti con acqua o con il prescritto solvente in base al rapporto di diluizione richiesto dalla D.L. Qualora gli adesivi si dovessero additivare o caricare con sostanze inerti, esse dovranno essere di tipo esclusivamente inorganico (carbonato di calcio, sabbia fine ed altri materiali simili esenti da sali e da impurità). Le malte di calce e sabbia da usare per iniezioni consolidanti, dovranno essere additivate, se prescritto, con additivi sintetici o minerali ad azione leggermente espansiva. In ogni caso adesivi, additivi, dosi e metodologie saranno prescritti dalla D.L. in base alle analisi preliminari riportate dall'art. "Indagini preliminari ai lavori di restauro" del presente capitolato. L'appaltatore, se richiesto, provvederà a reintegrare eventuali parti mancanti mediante una stuccatura a livello con malte dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle dell'intonaco originario. Gli interventi di integrazione o uniformazione pittorica, saranno decisi dalla D.L. che in ogni caso adotterà criteri di riconoscibilità e reversibilità.

L'appaltatore, a lavori conclusi, sarà tenuto a proteggere le superfici oggetto dell'intervento.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 154 – Mosaici**

*Mosaici parietali* – Se si dovessero eseguire lavori di restauro "in situ" su mosaici parietali, l'appaltatore dovrà provvedere all'esportazione delle sostanze estranee presenti sulle superfici secondo le modalità prescritte dal precedente art. "Generalità". Quindi, in relazione al tipo di degrado, ai risultati delle diagnosi ed alle prescrizioni di progetto dovrà:

- proteggere le parti sane con i sistemi ed i materiali prescritti
- correggere, ove possibile, con adesivi od altri sistemi di fissaggio autorizzati (tasselli e perni in fibra di vetro) i difetti di adesione tra gli strati
- distaccare, qualora fossero presenti sulla superficie di mosaico profonde fessurazioni, previa idonea velatura, il manto musivo a piccole sezioni in base all'andamento degli elementi figurativi
- ricollocare il manto musivo distaccato con malte di calce caricate con sabbia o pozzolana additivate con sostanze minerali
- stuccare i vuoti con malta a base di calce
- fornire i supporti rigidi di sostegno richiesti dalla D.L.
- rimuovere, ultimati i lavori, i materiali e le strutture di protezione.

*Mosaici pavimentali* – Dopo aver rimosso le sostanze estranee secondo le modalità descritte, l'appaltatore dovrà:

- collocare dei margini perimetrali in legno (altezza minima cm 30)
- proteggere e stuccare i margini con malta di calce e sabbia miscelata con alghicidi
- collocare uno strato di isolante inorganico del tipo stabilito dalla D.L.
- fissare con le modalità descritte dal precedente art. "Generalità" le parti di rivestimento distaccate
- consolidare, se richiesto, le parti degradate con i sistemi ed i materiali descritti dal precedente art. "Generalità"
- stuccare le lesioni profonde
- eseguire le velature secondo quanto indicato dal precedente art. "Generalità"
- fornire e collocare i supporti rigidi di legno
- rimuovere, a lavori ultimati, i materiali e le strutture di protezione.

Nel caso in cui gli elaborati di progetto o i risultati delle diagnosi dovessero prevedere il distacco per sezioni del rivestimento ed il successivo riallettamento, l'appaltatore, attenendosi alle modalità descritte dal precedente art. "Generalità", dovrà:

- eseguire un rilievo dettagliato dell'esistente
- pulire e rimuovere le concrezioni
- eseguire le velature
- tracciare la griglia di taglio ed i segni di riferimento
- effettuare il taglio ed il distacco delle sezioni
- collocare le parti distaccate su dei supporti

- conservare i rivestimenti in luoghi asciutti e ventilati
- rimuovere dalle tessere o mattonelle ogni residuo della malta di allettamento
- consolidare e preparare i supporti
- montare il pavimento, se richiesto, su pannelli in resina sintetica
- ricollocare i pavimenti o in pannelli con la malta prescritta.

Qualora i mosaici fossero di piccole dimensioni ed a superficie piana, il distacco potrà essere eseguito a blocco unico.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 155 – Materiali lapidei di rivestimento**

I lavori di restauro di elementi lapidei di notevole valore storico artistico dovranno essere eseguiti con le metodologie ed i materiali prescritti dall'art. "Trattamenti protettivi" del presente capitolato ed attenendosi alle "Note sui Trattamenti Conservativi dei Manufatti Lapedei" elaborate dal Laboratorio Prove sui Materiali ICR Roma 1977. L'appaltatore, accertato mediante le prescritte analisi lo stato di conservazione del manufatto, dovrà variare le modalità di intervento in relazione al tipo di degrado.

Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici microfessurate e a scaglie, queste ultime, prima dell'esecuzione della pulizia, dovranno essere fissate con i prescritti adesivi. L'appaltatore, inoltre, dovrà eseguire le velature facendo aderire la carta giapponese alle scaglie mediante resine reversibili diluite in tri-cloro-etano. Infine, consoliderà l'intera struttura dell'elemento lapideo iniettando le stesse resine meno diluite. Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici fessurate in profondità e ricoperte da ampie scaglie, l'appaltatore dovrà fissare le parti instabili con adeguati sistemi di ancoraggio (vincoli meccanici di facile montaggio e rimozione, strutture lignee, ecc.).

Quindi, completate le lavorazioni, dovrà consolidare l'elemento lapideo con i sistemi ed i materiali prescritti e provvedere alla rimozione delle strutture di protezione.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 156 – Conservazione di decorazioni a stucco**

Prima di procedere a qualsiasi intervento di conservazione l'appaltatore dovrà effettuare una verifica preliminare dello stato di conservazione delle decorazioni (indagine visiva, chimica e petrografica). Il quadro patologico andrà restituito tramite specifica mappatura in grado di identificare soluzioni di discontinuità: distacchi, fessurazioni, lesioni, deformazioni, ecc. Solo successivamente potrà procedere con i lavori di pulitura, consolidamento e protezione. Ove non siano prescritte negli elaborati di progetto, saranno da evitare lavori di integrazione, di sostituzione e di rifacimento delle parti mancanti.

*Pulitura* – Andrà eseguita utilizzando spazzole morbide, gomme, bisturi, aspiratori di polveri, acqua distillata e spugne. In alcuni casi potrà essere impiegata la pulitura di tipo fisico per mezzo di sistemi laser. Eventuali depositi carboniosi, efflorescenze saline, croste scure andranno eliminate con impacchi a base di carbonato di ammonio e idrossido di bario. Il tutto sarà eseguito come prescritto all'art. "Metodi per la pulitura degli edifici monumentali del presente capitolato".

*Consolidamento* – L'appaltatore provvederà alla riparazione delle crepe e delle fessurazioni impiegando impasti a base di calce aeree o idrauliche, di malte tradizionali in grassello di calce, di inerti selezionati, di resine acriliche e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. di resine epossidiche bicomponenti. Gli eventuali distacchi fra le decorazioni ed il supporto potranno essere colmati tramite iniezioni impiegando le malte prescritte (leganti idraulici e inerti selezionati). In alternativa la D.L., conformemente agli elaborati di progetto, potrà chiedere di utilizzare specifici consolidanti chimici o di ricorrere a sistemi di ancoraggio utilizzando microbarre d'armatura in vetroresina, ottone filettato, titanio o altri materiali prescritti in progetto. Eventuali parti completamente distaccate dovranno essere riposizionate, solo dopo essere state consolidate con i sistemi richiesti, fissandole con le microbarre d'armatura.

*Protezione* – La protezione finale degli stucchi dovrà essere effettuata tramite l'applicazione di prodotti diversificati in base al tipo di degrado. Per manufatti ben conservati e non direttamente esposti ad agenti

atmosferici, si potranno applicare scialbi all'acquarello o pigmenti in polvere (eventualmente utili a ridurre l'interferenza visiva nel caso di manufatti monocromi, policromi o dorati), cere microcristalline. Per gli stucchi non ben conservati e non esposti a forte umidità si potranno applicare resine acriliche in soluzione; idrorepellenti silossanici; per i manufatti esposti e facilmente aggredibili da acque meteoriche e dall'umidità prima della protezione finale si potranno effettuare scialbature con pigmenti in polvere.

Per maggiori dettagli sulle singole lavorazioni si farà riferimento ai seguenti articoli del presente capitolato: consolidamento di manufatti edili, impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi, ripristino di intonaci distaccati mediante iniezioni a base di miscele leganti, ripristino di decorazioni distaccate mediante e microbarre d'armatura, stuccatura e trattamento delle lacune.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 157 – Stuccature e trattamento delle lacune**

Gli impasti utilizzabili per le stuccature dovranno essere simili ai preparati da iniettare nelle zone distaccate. L'appaltatore dovrà scegliere aggregati che non contrastino eccessivamente, per colore, granulometria, con l'aspetto della malta esistente, dovrà rendere spalmabile l'impasto a spatola diminuendo la quantità di acqua o aggiungendo della silice micronizzata e dovrà evitare di usare malte di sola calce aerea e sabbia, che possono dar luogo, sulle parti limitrofe, ad aloni biancastri dovuti alla migrazione di carbonato di calcio. L'appaltatore potrà utilizzare un impasto di grassello di calce e di polvere di marmo o di cocciopesto, opportunamente additivati. Se le fessure sono profonde si procede al riempimento dapprima con uno stucco di malta idraulica (formato da grassello di calce con aggregati grossolani di cocciopesto o pozzolana), per rifinire poi la parte superficiale con un impasto più fine. Per lesioni strutturali si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., miscele a base di malte epossidiche, che tuttavia possiedono un modulo elastico molto alto e presentano una scarsa resistenza all'azione dei raggi ultravioletti; non sarà consentita la loro applicazione in superficie, ma solo ed esclusivamente per stuccature profonde in qualità di adesivi strutturali. Per le zone dove sono presenti delle lacune l'appaltatore potrà intervenire, conformemente alle prescrizioni di progetto o alle indicazioni della D.L., con le seguenti metodologie conservative. Un sistema prevede la ricostituzione dell'omogeneità e della continuità della superficie intonacata; l'altro richiederà di mantenere la disomogeneità dell'elemento. Nel primo caso l'appaltatore applicherà un intonaco compatibile con il materiale esistente in modo da ricostituire non tanto un'omogeneità estetica della facciata, quanto la continuità del rivestimento. Per sottolineare la discontinuità dei materiali invece applicherà i rappezzi in leggero sottosquadro, in modo da differenziarli ulteriormente e da renderli immediatamente leggibili come diversità. In questo caso sarà la muratura ad essere trattata in modo da recuperare il grado di protezione di cui è stata privata dalla caduta del rivestimento; l'appaltatore provvederà alla sigillatura dei bordi delle zone intonacate in modo da evitare infiltrazioni d'acqua e la formazione di depositi inquinanti.

Alle malte da impiegare per la realizzazione dei rappezzi sarà richiesta la compatibilità dei componenti, soprattutto per quanto riguarda il comportamento rispetto alle variazioni di temperatura, di umidità e di permeabilità all'acqua ed ai vapori. Si potranno impiegare malte composte da grassello di calce, polveri di marmo o altri aggregati, mescolati, se richiesto a granuli di cocciopesto. A questi impasti possono essere mescolati composti idraulici o resine acriliche al fine di conferire l'idraulicità e di evitare un ritiro troppo pronunciato con conseguente comparsa di fessurazioni.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 158 – Fissaggio di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura**

Nell'ispezionare le decorazioni ed individuare le parti in via di distacco, l'appaltatore avrà l'obbligo di puntellare le zone che potrebbero accusare notevoli danni a causa delle sollecitazioni prodotte dai lavori di restauro. Quindi, dovrà:

- praticare delle perforazioni aventi il diametro e la profondità prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.;
- aspirare mediante una pompetta di gomma i detriti e la polvere;

- iniettare all'interno del foro una miscela di acqua/alcool in modo da pulire la sua superficie interna ed umidificare la muratura;
- applicare nel foro un batuffolo di cotone;
- provvedere alla sigillatura delle zone in cui si siano manifestate, durante la precedente iniezione, perdite di liquido;
- iniettare, se richiesto, una soluzione a base di adesivi acrilici in emulsione (prime);
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, una parte della miscela idraulica in modo da riempire il 50% circa del volume del foro;
- collocare la barra d'armatura precedentemente tagliata a misura;
- iniettare la rimanente parte di miscela idraulica evitando che pericoli lungo le superfici esterne.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### ***Art. 159 – Ripristino di intonaci e decorazioni mediante l'utilizzo della tecnologia del vuoto***

La tecnologia del vuoto potrà essere utilizzata in combinazione con le lavorazioni di cui ai precedenti articoli operando la depressione mediante l'ausilio di apposite pompe vuoto e di teli in polietilene. Le modalità operative e le sostanze da utilizzare saranno concordate con la D.L. in ottemperanza con quanto stabilito dagli artt. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche", "Materiali in genere" e "Sostanze impregnanti in genere". Sarà vietato, su manufatti di particolare valore storico, l'utilizzo come sigillanti in pasta di sostanze elastomeriche, dette sostanze, infatti, alla fine dei lavori possono lasciare sulla superficie del rivestimento depositi indelebili o causare, per la loro adesività, pericolose asportazioni di materiale pregiato.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

## Opere Varie

### **Art. 160 – Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali**

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta, come indicato all'art. "Materiali naturali di cava". Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'amministrazione appaltante, l'appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della direzione, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimenti, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei prezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa D.L. potrà fornire all'appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di moda nature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.

Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà prima che esse vengano iniziate, ordinare all'appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L.

*a) Marmi* – Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesto dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata.

*b) Pietra da taglio* – La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla direzione all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- 1) a grana grossa
- 2) a grana ordinaria
- 3) a grana mezza fina
- 4) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa, s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessioni fra concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'appaltatore sarà obbligato di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

*c) Pietre artificiali* – La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaietto scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica. Il nucleo sarà dosato con non meno di q.li 3,5 di cemento Portland per ogni mc. di impasto e non meno di q.li 4 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno

spessore non inferiore a cm 2, da impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata, inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definite, in modo che queste ultime possano poi ricavarsi asportando materia a mezzo di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale. I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L.

Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi in genere. La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:

1 – inalterabilità agli agenti atmosferici

2 – resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a kg 300 per cmq dopo 28 giorni

3 – le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, che con azione lenta e differita; non conterranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formato da rinzaffo ed arricciatura in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare. Quando tale strato debba essere sagomato per formazione di cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, rese nette e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro. Le facce viste saranno poi ottenute in modo perfettamente identico a quello della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili si scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riporti, ecc.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 161 – Restauro dei pavimenti e dei rivestimenti – Generalità**

Per realizzare interventi di consolidamento, risanamento e protezione degli appalti decorativi, l'appaltatore dovrà impiegare personale altamente specializzato e ricorrere, se richiesto, a consulenti tecnici. La D.L., prima dell'inizio dei lavori, potrà chiedere l'elenco del personale tecnico per sottoporlo all'approvazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Prima di procedere al consolidamento di qualsiasi tipo di rivestimento, l'appaltatore dovrà rimuovere le sostanze inquinanti (efflorescenze saline, concrezioni, crescite microrganiche, erbe, arbusti, terriccio, ecc.) usando materiali, modalità, attrezzi e tempi d'applicazione che, su specifica indicazione della D.L. e secondo quanto prescritto dall'art. "Pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato, si diversificheranno in relazione al tipo di manufatto, al suo stato di conservazione, alla natura della sostanza inquinante ed ai risultati delle analisi di laboratorio.

Il fissaggio ed il consolidamento degli strati superficiali che hanno subito una perdita di coesione dovranno essere eseguiti applicando sostanze adesive aventi le caratteristiche richieste dagli art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato mediante pennelli, nebulizzatori, iniettori, sistemi a vuoto o altre moderne tecnologie purché esse siano previste dagli elaborati di progetto ed approvate dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Le lesioni profonde, salvo diverse disposizioni, andranno stuccate preferibilmente con malte a base di calce.

L'appaltatore farà aderire alle parti di rivestimento da risanare uno strato in velatino di cotone mediante un adesivo di tipo reversibile diluito con l'apposito solvente.

La velatura di superfici di particolare pregio, modanate o figurate, sarà eseguita con carta giapponese. La velatura potrà essere rimossa con i prescritti solventi solo quando la D.L. lo riterrà opportuno. Durante e dopo l'intervento, l'appaltatore dovrà adottare le seguenti precauzioni al fine di evitare eventuali azioni corrosive e disgregatrici esercitate da agenti biodeteriogeni:

- aggiungere alla miscela composta da adesivi sintetici o da malte, i prescritti biocidi (fungicidi, algicidi, ecc.) nelle quantità consigliate dai produttori o stabilite dalla D.L.;
- trattare preventivamente i velatini di cotone con i prescritti biocidi;
- disinfestare, dopo aver rimosso le protezioni, le superfici dei rivestimenti.

Se le superfici, oggetto dell'intervento di recupero, dovessero venire protette con l'uso di supporti rigidi, l'appaltatore dovrà applicarvi sopra, in base alle modalità di progetto e alle direttive della D.L., un antiadesivo, uno strato ammortizzante o un pannello in legno eventualmente armato e sagomato.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

### **Art. 162 – Sistemazione di lastre lapidee di rivestimento**

Il sistema di messa in sicurezza dei rivestimenti lapidei dipende da diversi fattori dovuti a cause intrinseche (degrado delle staffe o del materiale in corrispondenza delle stesse), da cause indotte da precedenti manutenzioni eseguite in maniera poco corretta o da errori di progettazione e di posa in opera. L'appaltatore sarà tenuto ad eseguire l'attenta analisi del sistema costruttivo per rilevare le cause che hanno contribuito a creare o ad aggravare la situazione patologica in atto; sarà quindi tenuto ad eseguire, dietro indicazione della D.L., una serie di saggi diagnostici al fine di conoscere in maniera esaustiva lo stato di conservazione del manufatto, la natura dei materiali che lo costituiscono, la loro consistenza fisico-materica e le tecniche di posa e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado. Solo dopo avere acquisito queste informazioni potrà procedere all'intervento che dovrà fornire le seguenti prestazioni:

- gli elementi metallici di supporto devono essere di tipo inossidabile;
- le resine da utilizzare per l'adesione degli elementi metallici al supporto dovranno possedere caratteristiche adeguate all'uso;
- le guarnizioni o le sigillature da eseguire nei giunti dovranno possedere doti di indeformabilità ed elasticità che si mantengano inalterate nel tempo.

Le dimensioni degli ancoraggi andranno concordate con la D.L. in base ai materiali impiegati ed ai carichi applicati, carichi non sempre relativi al solo peso delle lastre, ma anche alla eventuale malta di allettamento retrostante.

L'appaltatore dovrà seguire i seguenti accorgimenti:

- ogni lastra si dovrà sostenere da sola senza gravare sulle lastre sottostanti che, ai livelli inferiori, verrebbero a trovarsi gravate da un peso non sostenibile;
- considerare adeguati coefficienti di sicurezza tenendo conto dell'effetto combinato della depressione causata dal vento, dell'attività sismica, delle vibrazioni indotte dal traffico e da eventuali altri fattori locali;
- calibrare in modo adeguato il numero degli ancoraggi realizzando tasselli di dimensioni sufficientemente contenute e contemporaneamente applicando alla struttura il minor numero possibile di vincoli. Il nuovo sistema di ancoraggio non dovrà, quindi, impedire i movimenti naturali delle lastre e dovrà anche essere dotato di guarnizioni o sigillature.
- collocare e serrare i tasselli nei tempi e nei valori di carico previsti;
- l'eventuale iniezione di resine dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature che garantiscano una corretta applicazione e distribuzione del materiale.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

### **Art. 163 – Intonaci**

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo avere rimossa dai giunti delle murature, la malta aderente, ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti. Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la D.L. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

a) *Intonaco grezzo o arricciatura* – Predisporre le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta (con la composizione prescritta) detto rinzafo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà

alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

*b) Intonaco comune o civile* – Appena l'intonaco grezzo avrà perso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

*c) Intonaci colorati* – Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse. Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

*d) Intonaco a stucco* – Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi della composizione prescritta, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione. Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla D.L.

*e) Intonaco a stucco lucido* – Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure. Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro. Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

*f) Intonaco di cemento liscio* – L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando per rinzafo la malta cementizia normale di cui all'art. "Malte e conglomerati" e per gli strati successivi quella di cui allo stesso articolo, lettera l). L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

*g) Rivestimento in cemento o marmiglia martellinata* – Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituito al pietrisco la marmiglia delle qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri, ecc. secondo i disegni e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la D.L. ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.

*h) Rabbocature* – Le rabbocature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con la faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con la malta prescritta. Prima dell'applicazione della malta, le connesure saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e profilate con apposito ferro.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 164 – Decorazioni**

Nelle facciate esterne, nei pilastri e nelle pareti interne, saranno formati i cornicioni, le cornici, le lesene, gli archi, le fasce, gli aggetti, le riquadrature, i bassifondi, ecc., in conformità dei particolari che saranno forniti dalla D.L., nonché fatte le decorazioni, anche policrome, che pure saranno indicate, sia con colore a tinta, sia a graffito. L'ossatura dei cornicioni, delle cornici e delle fasce sarà formata, sempre in costruzione, con più ordini di pietre o di mattoni e anche in conglomerati semplice od armato, secondo lo sporto e l'altezza che le conviene.

Per i cornicioni di grande sporto saranno adottati i materiali speciali che prescriverà la D.L., oppure sarà provveduto alla formazione di apposite lastre in cemento armato con o senza mensole. Tutti i cornicioni saranno contrappesati opportunamente e, ove occorre, ancorati alle murature inferiori. Per le pilastrate o mostre di porte e finestre, quando non sia diversamente disposto dalla D.L., l'ossatura dovrà sempre venire eseguita contemporaneamente alla costruzione.

Predisposti i pezzi dell'ossatura nelle stabilite proporzioni e sferrate in modo da presentare l'insieme del proposto profilo, si riveste tale ossatura con un grosso strato di malta, e si aggiusta alla meglio con la cazzuola. Prosciugato questo primo strato di abbozza la cornice con un calibro o sagoma di legno, appositamente preparato, ove sia tagliato il contro profilo della cornice, che si farà scorrere sulla bozza

con la guida di un regolo di legno. L'abbozzo come avanti predisposto, sarà poi rivestito con apposita malta di stucco da tirarsi e lisciarsi convenientemente.

Quando nella costruzione delle murature non siano state predisposte le ossature per lesene, cornici, fasce, ecc., e queste debbano quindi applicarsi completamente in aggetto, o quando siano troppo limitate rispetto alla decorazione, o quando infine possa temersi che la parte di rifinitura delle decorazioni, per eccessiva sporgenza o per deficiente aderenza all'ossatura predisposta, col tempo possa staccarsi, si curerà di ottenere il maggiore e più solido collegamento della decorazione sporgente alle pareti od alle ossature mediante infissione in esse di adatti chiodi, collegati tra loro con filo di ferro del diametro di mm 1, attorcigliato ad essi e formante maglia di cm 10 circa di lato.

*Decorazioni in cemento* – Le decorazioni in cemento delle porte e delle finestre e quelle delle parti ornate dalle cornici, davanzali, pannelli, ecc. verranno eseguite in conformità dei particolari architettonici forniti dalla D.L. Le parti più sporgenti dal piano della facciata ed i davanzali saranno formati con speciali pezzi prefabbricati di conglomerato cementizio dosato a kg 400 (art. "Malte e calcestruzzi") gettato in apposite forme all'uopo predisposte a cura e spese dell'appaltatore, e saranno opportunamente ancorati alle murature. Quando tali pezzi siano a faccia liscia, verranno lavorati con le norme di cui all'art. "Paramenti per murature in pietra"; il resto della decorazione, meno sporgente, sarà fatta in posto, con ossatura di cotto o di conglomerato cementizio, la quale verrà in seguito tirata in sagome e lisciata con malta di cemento, per le decorazioni in genere, siano queste da eseguirsi a stucco, in cemento od in pietra, l'appaltatore è tenuto ad approntare il relativo modello in gesso al naturale, a richiesta della D.L.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

#### **Art. 165 – Restauro di intonaci e di decorazioni – Generalità**

I lavori di restauro degli intonaci e delle decorazioni saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l'appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino irreversibilmente alterati e degradati. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.

#### **Art. 166 – Ripristino di intonaci distaccati mediante l'esecuzione d'iniezioni a base di miscele idrauliche**

Dopo avere ispezionato le superfici ed individuato le zone interessate da distacchi, l'appaltatore dovrà eseguire le perforazioni con attrezzi ad esclusiva rotazione limitando l'intervento alle parti distaccate. Egli, altresì, iniziando la lavorazione a partire dalla quota più elevata, dovrà:

- aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi all'interno dell'intonaco;
- iniettare con una siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata e di umidificare la muratura;
- applicare all'interno del foro un batuffolo di cotone;
- iniettare, attraverso il batuffolo di cotone, una soluzione a base di adesivo acrilico in emulsione (primer) avendo cura di evitare il riflusso verso l'esterno;
- attendere che la soluzione acrilica abbia fatto presa;
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, la malta idraulica prescritta operando una leggera ma prolungata pressione sulle parti distaccate ed evitando il percolamento della miscela all'esterno. Qualora la presenza di alcuni detriti dovesse ostacolare la ricollocazione nella sua posizione originaria del vecchio intonaco oppure impedire l'ingresso della miscela, l'appaltatore dovrà rimuovere l'ostruzione con iniezioni d'acqua a leggera pressione oppure mediante gli attrezzi meccanici consigliati dalla D.L.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e

delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

### **Art. 167 – Trattamento conservativo di pareti intonacate con malte a base di calce**

In seguito alle diagnosi preventiva volte ad acquisire la conoscenza dello stato di conservazione degli intonaci, del grado di ancoraggio al supporto, della tipologia di finitura e determinate le cause dei degradi, l'appaltatore potrà procedere all'intervento che prevede operazioni preliminari di pulitura, di consolidamento e di protezione. La pulitura verrà calibrata rispetto al grado di conservazione del paramento, degli agenti patogeni che andranno selettivamente eliminati e del tipo di finitura pittorica presente.

Andrà effettuata un'accurata pulitura con spazzole di nylon, di saggina, di setole naturali al fine di togliere tracce di sporco e residui facilmente asportabili anche delle precedenti pitture ormai in fase di distacco. Nel caso fossero presenti depositi di microrganismi si dovrà procedere irrorando la superficie con adatti biocidi come prescritto all'art. 153 del presente capitolato. Ove previsto, l'appaltatore dovrà eseguire una pulitura meccanica e localizzata utilizzando piccoli attrezzi (spatole, scalpelli, vibroincisori) al fine di eliminare stuccature incoerenti, depositi consistenti e strati d'intonaco in fase di distacco. Dovrà anche, previa campionatura di prova, procedere alla successiva pulitura generalizzata impiegando, ove richiesto, una microsabbatura a bassa pressione; il tipo di abrasivo, il diametro dell'ugello e la pressione d'esercizio saranno quelli determinati dalla D.L. Per la rimozione delle macchie e dei depositi più consistenti potrà ricorrere, ove richiesto, all'utilizzo di impacchi con polpa di cellulosa, sepiolite, carbonato d'ammonio ed acqua distillata.

*Consolidamento* – In base allo stato di conservazione del rivestimento, l'appaltatore potrà eseguire un intervento di consolidamento tramite l'applicazione ad airless della sostanza consolidante prevista negli elaborati di progetto (da eseguire esclusivamente su superfici perfettamente asciutte). La quantità di prodotto da impiegare sarà quella consigliata dal produttore o stabilita dalla D.L. in relazione a quanto previsto in progetto ed alle risultanze dei test applicativi da eseguire su superfici campione.

Le eventuali stuccature o bordature dovranno essere eseguite con malte di calce esenti da sali solubili, polveri di marmo e sabbie vagliate. L'arriccio sarà eseguito utilizzando piccole spatole ed evitando con cura di interessare all'intervento le superfici non interessate. La finitura si effettuerà con grassello di calce e di sabbie con le granulometrie richieste, cocchiopesto, ecc.

*Protezione* – Trascorsi 20 giorni dal precedente trattamento consolidante, l'appaltatore dovrà applicare il prodotto idrorepellente richiesto; l'applicazione dovrà essere eseguita in giornate non piovose, con temperature esterne comprese fra i valori dai 15 ai 25°C, su superficie non irradiata dai raggi solari. I protettivi dovranno essere applicati sino a rifiuto. Nel caso in cui si volesse applicare una leggera mano di colore all'intera superficie, prima del trattamento finale con l'idrorepellente, l'appaltatore dovrà eseguire la tinteggiatura con velature di tinte a calce. La tinta da impiegare andrà selezionata in base ai colori esistenti con i quali andrà ad integrarsi; dovrà essere esente da leganti acrilici o vinilici. La coloritura dovrà essere realizzata tramite utilizzo di un vaglio di grassello di calce e di terre naturali. Al fine di dare una maggiore luminosità e trasparenza alla tinta, si dovrà effettuare una prima stesura di bianco di calce.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

### **Art. 168 – Opere da carpentiere**

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 ed in conformità alle prescrizioni date dalla D.L. 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.

Qualora venga ordinato dalla D.L. nelle facce di giunzione verranno interposte dalle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone catramato, le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, 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 apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello. 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 accertati provvisoriamente dalla D.L.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmati 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.

### **Art. 169 – Serramenti in legno Restauro e manutenzione**

*Generalità* – Dopo avere accertato gli eventuali difetti dei serramenti, l'appaltatore dovrà tenendo in considerazione le caratteristiche costruttive e le prescrizioni di progetto, migliorarne le caratteristiche prestazionali richieste dalle già citate norme UNI. Quindi, egli dovrà:

- migliorare la tenuta all'acqua mediante l'applicazione di bande impermeabili verticali ed orizzontali (guarnizioni) che separino i paramenti esterni da quelli interni;
- migliorare la tenuta delle giunzioni poste fra il telaio fisso e la muratura sigillandole mediante specifici elastomeri siliconici, poliuretanic, ecc.;
- migliorare la tenuta dei raccordi fra i serramenti ed i davanzali con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.;
- rimettere in squadra le ante registrando la ferramenta, revisionando i meccanismi di chiusura e piallando le parti eccedenti;
- guarnire i serramenti mediante sigillanti elastomerici o particolari guarnizioni di tenuta prescritti dagli elaborati di progetto (a compressione, molla, attrito).

Inoltre, l'appaltatore sarà tenuto ad impiegare guarnizioni dalle dimensioni e dallo spessore adatti in modo che, dopo aver chiuso i serramenti, le loro cerniere non siano sottoposte a notevoli sollecitazioni.

Qualsiasi tipo di guarnizione dovrà essere collocata in opera in modo tale da evitare rigonfiamenti o distacchi. Le sostanze sigillanti, le guarnizioni ed i sistemi di tenuta dovranno possedere i requisiti richiesti dalla D.L. ed essere specificatamente adatte al tipo di applicazione che sarà richiesta.

Qualora i serramenti dovessero essere parzialmente reintegrati con nuove parti lignee, l'appaltatore dovrà a proprie spese provvedere al loro smontaggio, al trasporto, se necessario, presso laboratori artigiani, alla reintegrazione con parti in legno aventi le caratteristiche stabilite dall'art. "Infissi in legno norme generali" del presente capitolato, al trasporto in cantiere, alla ricollocazione ed, infine, alla loro definizione che dovrà avvenire secondo le modalità prescritte all'art. "Opere da pittore".

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO**

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore.

Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

### **Art. 170 – Opere in ferro – Norme generali e particolari**

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio. Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione. L'appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo. In particolare si prescrive:

*a) inferriate, cancellate, cancelli, ecc.* – Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

*b) infissi in ferro* – Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la stazione appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a recupero ad asta rigida, con corsa

inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare ben equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso. Le porte a cui sono richieste alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di tenuta al fuoco, dovranno essere collocate rispetteranno le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

### **Art. 171 – Restauro degli elementi metallici – Generalità**

Prima di operare qualsiasi intervento sui manufatti in metallo pregiato l'appaltatore dovrà identificare le cause del degrado, dirette o al contorno, ed effettuate ove richieste, le indagini diagnostiche ritenute utili, ad insindacabile giudizio della D.L., a determinare le tecniche di lavorazione e la morfologia del materiale (analisi metallografica, osservazione al microscopio). Successivamente si valuterà attentamente le tecniche di pulitura e di preparazione delle superfici degradate, vagliando e selezionando i prodotti più idonei. Ad insindacabile giudizio della D.L. si valuterà se sarà il caso di eseguire la completa asportazione delle ossidazione, dei vecchi protettivi o se sia preferibile procedere a leggeri lavori di pulitura e di protezione superficiale.

La pulitura radicale sarà condotta esclusivamente dove è effettivamente necessario, utilizzando prodotti e sistemi debolmente aggressivi, prediligendo sistemi ad azione lenta ed eventualmente ripetendo l'operazione più volte.

#### CONSERVAZIONE DEL RIVESTIMENTO

*Manufatti in ferro* – Intervenendo su manufatti con il rivestimento organico ancora in gran parte sufficientemente protettivo, il trattamento superficiale si effettuerà rimuovendo la ruggine in modo completo dalle parti corrose oppure togliendo solo le parti incoerenti.

Nel primo caso, a seconda dell'estensione della zona da trattare, si potrà agire mediante spazzolatura o sabbiatura. Sarà poi da riattivare lo strato di vernice già esistente tramite l'impiego di carte abrasive o con leggera sabbiatura per rimuovere lo strato esterno aggredito dagli agenti atmosferici. Nelle zone riportate al metallo bianco si applicherà un primer passivante o un primer a base di polvere di zinco in veicolo organico e con legante compatibile con il tipo di vernice già preesistente sulla struttura; quindi una o due mani intermedie.

L'intervento di finitura prevede l'applicazione su tutto il manufatto di prodotto compatibile con la verniciatura preesistente e con i cicli conservativi realizzati.

Nel caso in cui si preveda un'asportazione grossolana della ruggine si eseguirà la protezione utilizzando primer convertitori o stabilizzatori di ruggine a base di soluzioni di acido fosforico o soluzioni di tannini con o senza acido fosforico. Applicati a pennello, trasformano la ruggine in composti stabili (fosfato o tannato di ferro). Bisognerà porre particolare attenzione all'applicazione di tali prodotti che devono impiegarsi nelle giuste quantità, né in eccesso (possibilità di rigonfiamento delle successive mani di vernice) né in difetto (parziale blocco del processo di ossidazione che può continuare sotto le mani di vernice). Nel caso di ridipintura si eseguirà l'applicazione di due mani di fondo utilizzando prodotti in veicolo organico e legante alchidico con pigmento a base di ossidi rossi di piombo, due mani di finitura sempre a base alchidica pigmentate con ossido di ferro micaceo per un totale di circa 200-300 micron di spessore.

In alternativa, volendo ottenere un aspetto meno omogeneo, si potrà effettuare un trattamento finale con prodotto oleofenolico, la successiva applicazione di primer acrilico poliuretano, la stesura finale di vernice acrilica bicomponente opaca trasparente.

*Manufatti zincati* – La manutenzione sarà rivolta a ripristinare lo strato di vernice distaccatosi dal substrato di zinco. Andrà prevista una pulitura ad umido con spazzole o con getti di vapore con acqua calda e il 5-10% di soda caustica. In alternativa si potrà operare una leggera sabbiatura che elimini i soli prodotti di corrosione dello zinco (ruggine bianca) ed al massimo 2-5 micron di zinco metallico.

Si applicheranno successivamente primer passivanti contenenti zinco cromato, stronzio cromato o piombo silicocromato in soluzioni al 5-10%. Seguiranno cicli di pitturazione con vernici poliviniliche o polivinilidieniche, acriliche, metacriliche, epossidiche.

Nel caso di aggressione profonda che metta in luce zone di acciaio sottostante aggredite da ruggine rossa, andranno effettuate operazioni di pulitura meccanica atte ad eliminarne completamente la presenza sino al metallo bianco. Si opererà quindi zincatura localizzata mediante spruzzatura di zinco fuso oppure applicazione di primer zincante a base di polvere di zinco metallico. La pulitura generale di tutta la superficie con successiva verniciatura garantirà lunga durata al rivestimento.

*Manufatti in bronzo* – Andranno in prima istanza identificate le cause del degrado presente effettuando indagini diagnostiche preliminari e di verifica durante i lavori. Si eseguiranno indagini metallografiche onde individuare le tecniche di lavorazione e la morfologia del materiale, osservazioni in situ con l'impiego di microscopio per acquisire informazioni sulla morfologia patogena. Seguiranno interventi di pulitura (con acqua, meccanica, chimica, fisica), consolidamento e protezione.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

### **Art. 172 – Metodi pulitura di elementi metallici**

L'appaltatore inizierà con una prima pulitura generale effettuando lavaggi di acqua deionizzata da eseguire a pennello, con nebulizzazione, per immersione (ove possibile) ed eseguendo la spazzolatura con spazzole morbide ed utili a rimuovere eventuali depositi superficiali. Il lavaggio dovrà essere impiegato soprattutto dopo avere eseguito puliture con agenti chimici. Seguiranno interventi di disidratazione per immersione o applicazione di solventi.

Nel caso di manufatti fortemente ossidati si dovranno effettuare operazioni atte ad eliminare completamente ogni residuo di ruggine. Sostanza igroscopica e porosa, la ruggine viene facilmente contaminata dalle sostanze corrosive (anidride solforosa, cloruri, ecc.) accelerando così fortemente il processo corrosivo in atto.

*Pulizia manuale* – Si potrà effettuare utilizzando spazzole, bisturi, microtrapani, piccoli attrezzi metallici, o impiegando apparecchiature a basso impatto quali vibroincisori, microaeroabrasivi a bassa pressione (utilizzando come inerti ossido di alluminio o microsferi di vetro), apparecchi ad ultrasuoni. La pulizia manuale potrà essere utilizzata da personale specializzato nei casi che altri sistemi siano giudicati dalla D.L. eccessivamente abrasivi o nelle parti non accessibili agli utensili meccanici. Gli utensili necessari per eseguire la pulizia manuale saranno: spazzole metalliche, raschietti, scalpelli, martelli per la picchiettatura, tela smeriglio e carta vetrata, oppure utensili speciali sagomati in modo da poter penetrare negli interstizi da pulire. A lavoro ultimato, la superficie dovrà essere spazzolata, spolverata a mano o soffiata con aria compressa al fine di togliere tutti i depositi di materiale staccato, quindi sgrassata.

*Pulizia meccanica* – Nell'eseguire la pulizia meccanica sarà necessario porre la massima cautela al fine di evitare di coinvolgere parti sane del metallo. Le apparecchiature richieste sono le spazzole metalliche rotanti e gli utensili rotanti ad impatto. Sarà escluso l'utilizzo di mole abrasive. Per la pulizia degli angoli dovranno essere utilizzate le spazzole a fasce. Andranno evitate le velocità più elevate e l'operatore dovrà mantenere la spazzola sullo stesso punto solo per il tempo necessario evitando bruciature superficiali o levigature tali da non offrire l'ancoraggio alla pittura protettiva. Potranno essere utilizzati anche utensili meccanici ad impatto, raschietti o scalpelli da montare su apparecchiature elettriche o pneumatiche; questi strumenti sono utili per asportare dalla superficie metallica strati di ruggine consistenti, scaglie o consistenti strati di pittura. L'operatore dovrà fare particolare attenzione a non causare danneggiamenti alla superficie o asportazioni di metallo sano. Sulle superfici pulite meccanicamente l'applicazione della pittura di fondo andrà eseguita nel più breve tempo possibile al fine di evitare gli effetti nocivi degli agenti atmosferici.

*Sabbiatura* – La sabbiatura potrà essere eseguita per via umida o a secco. Il sistema per via umida si differenzia da quello a secco per il fatto che nella polvere abrasiva viene introdotta dell'acqua o una soluzione di acqua e inibitori di corrosione. Il sistema o per via umida presenta il vantaggio di ridurre al minimo la produzione di polveri ma, la presenza dell'acqua può provocare ulteriore formazione. Si potranno realizzare quattro gradi di pulitura:

- a) *a metallo bianco*. Completa asportazione dei prodotti di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della superficie metallica. Con questo livello si dovrà ottenere una superficie di color grigio chiaro con aspetto uniforme e una ruvidità sufficiente a garantire la perfetta adesione dei successivi strati di pittura;
- b) *al metallo quasi bianco*. Asportazione parziale dei prodotti di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della superficie metallica; è ammesso che sulla superficie possano rimanere piccole chiazze di colore leggermente diverso;
- c) *sabbiatura grossolana*. Sabbiatura limitata durante la quale vengono asportate tutte le scaglie di ruggine, mentre vengono lasciati gli strati di vecchia pittura. Gli abrasivi utilizzabili nelle operazioni

di sabbiatura saranno a base di sabbia silicea, pallini e granuli macinati di ghisa o di acciaio. Le sabbie dovranno essere esenti da argille e da polveri. Il materiale abrasivo dovrà essere sufficientemente duro per compiere la desiderata azione di pulizia. L'appaltatore utilizzerà la pressione d'aria, il diametro dell'ugello e il tipo di abrasivo prescritti dalla D.L. in funzione del tipo di superficie metallica e dei materiali che si dovranno asportare.

*Pulitura tramite trattamenti chimici* – L'appaltatore eseguirà la pulitura ricorrendo a prodotti svernicianti debolmente aggressivi solo nelle zone dove risulta necessaria ed impiegherà questo sistema con le dovute. Saranno da preferire i prodotti ad azione lenta a base di solventi clorurati in solvente o a base d'acqua.

La pulitura chimica con sostanze complessanti risulta efficace quando si devono eliminare concrezioni calcaree o depositi di particolato atmosferico; quando sono da evitare puliture meccaniche; quando si deve operare con puliture selettive per la rimozione di alcuni prodotti di corrosione (carbonati di rame). Sarà sempre preceduta da piccoli campioni di prova onde valutare l'efficacia della pulitura ed i tempi di applicazione. Per l'eliminazione delle croste nere si possono applicare impacchi a base di EDTA bisodico in acqua distillata in grado di eliminare particolato ferroso e di calcio. Le croste verranno successivamente rimosse meccanicamente anche con l'impiego di bisturi. Agli impacchi seguiranno abbondanti risciacqui con acqua deionizzata.

*Pulitura tramite trattamenti fisici* – Tra le più recenti tecniche di pulitura si potrà impiegare quella che utilizza apparecchi laser ad impulso. Regolandone i principali parametri (potenza media, frequenza e densità d'energia) è possibile ottenere buoni risultati, rispettando inoltre la patina naturale dei manufatti ed eventuali precedenti trattamenti.

*Trattamenti inibitori di corrosione* – Andrà impiegato un composto chimico di tipo organico (benzotriazolo al 5% in alcool) utile a formare composti stabili sulla superficie sensibili all'ambiente acido. Alla fine della lavorazione andranno eseguiti dei trattamenti di protezione superficiale tramite applicazione a pennello di resine acriliche in soluzione, di resine acriliche e benzotriazolo o di cere microcristalline da applicare a pennello.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

### **Art. 173 – Protezione degli elementi metallici**

I sistemi protettivi da utilizzare dovranno essere scelti in relazione all'aggressività chimica dell'ambiente nel quale è posizionato il manufatto in ferro. La natura dell'aggressione potrà essere: chimica, (acidi, alcali, sali, solventi, ecc.) termica, atmosferica (umidità, pioggia, neve, raggi solari ecc.), meccanica (abrasioni, urti, vibrazioni, ecc.). Considerato che le azioni aggressive possono essere combinate tra loro, la scelta del rivestimento dovrà essere eseguita in funzione della peggiore situazione che può presentarsi. L'efficace protezione anticorrosiva dovrà prevedere le seguenti fasi:

#### *Preparazione e condizionamento delle superfici*

Come preparazione alla pittura protettiva la superficie metallica, l'appaltatore dovrà renderla idonea ad offrire le massime possibilità di ancoraggio. Dovrà quindi ripulire la superficie da quegli elementi estranei (ossidi, sali e ruggine) che pregiudicano ogni efficace sistema protettivo. I metodi ammessi per la preparazione delle superfici su cui andrà applicato il rivestimento protettivo sono i seguenti: pulizia manuale, pulizia meccanica, sabbiatura. Per l'eliminazione di sostanze estranee e dannose come olio, grasso, sudiciume ed altre contaminazioni della superficie si potrà fare uso di solventi, emulsioni e composti detergenti.

*Trattamento preliminare* – Per tutti i metalli esposti agli agenti atmosferici e in ambienti saturi di umidità sarà necessario effettuare un trattamento preliminare alla successiva applicazione della mano di fondo. Questi trattamenti potranno essere dei seguenti due tipi:

- a) *chimico (fosfatizzazione a freddo)* – Consisterà nel trattare il metallo con una miscela di acqua, acido fosforico, agenti bagnanti, olio solvente solubile in acqua; questa miscela dovrà essere diluita in acqua (rapporto 1:3);
- b) *wash primer* – Il wash è una composizione protettiva che formerà sulla superficie metallica un complesso costituito da una pellicola inorganica e/o organica derivante da una serie di reazioni tra i componenti essenziali del wash primer (acido fosforico, pigmenti da cromati inorganici, resina polivinilbutirralica). Sarà ammesso l'uso di wash primer di tipo reattivo o di tipo non reattivo. Il tipo di wash primer da utilizzare dovrà assicurare la completa compatibilità con i successivi cicli di pittura protettiva. Il wash primer andrà applicato sulle superfici metalliche a spruzzo o a pennello. Andrà applicato in un solo strato per uno spessore compreso tra 8 e 12 micron.

*Applicazione del rivestimenti protettivo* – L'appaltatore dovrà assicurarsi che prima dell'applicazione la pittura sia stata accuratamente rimescolata al fine di ottenere un amalgama omogeneo. La diluizione delle pitture dovrà essere fatta con i solventi prescritti dal produttore e specifici per ciascun sistema al fine di evitare alterazioni delle caratteristiche fisico-chimiche degli stessi. La temperatura ambiente e quella delle superfici da pitturare dovrà stare nei limiti prescritti per ciascuna vernice; lo stato igrometrico dovrà essere compreso intorno ai valori di umidità relativa del 65-70% e non dovrà mai superare l'85%; in presenza di valori alti di U.R. ed in caso di piogge, l'appaltatore dovrà rimandare l'operazione in giorni con condizioni ambientali ottimali. Inoltre, dovrà assicurarsi che ogni mano di pittura raggiunga un adeguato grado di durezza e di essiccazione prima di applicare la mano successiva. Anche con tempo particolarmente favorevole, il periodo di essiccazione e/o di stagionatura non dovrà essere inferiore a quella prescritta dal produttore.

L'applicazione potrà essere eseguita con i seguenti sistemi.

1) *Applicazione a pennello* – Salvo casi particolari, la prima mano dovrà essere data a pennello, per ottenere una buona penetrazione della pittura. I pennelli dovranno essere di ottima marca, fabbricati con setole vulcanizzate o sintetiche, dovranno essere ben imbevuti di pittura; le pennellate saranno date con pennello inclinato a 45 gradi rispetto alla superficie e i vari strati di pittura saranno applicati incrociati (ognuno in senso normale rispetto al precedente). Ad ogni interruzione del lavoro, i pennelli dovranno essere accuratamente puliti con apposito diluente.

2) *Applicazione a spruzzo* – Per ottenere un buon livello di verniciatura a spruzzo sarà necessario in primo luogo *regolare* e mettere a punto l'afflusso dell'aria e della pittura alla pistola, in modo da raggiungere una corretta nebulizzazione della pittura stessa. In tal senso sarà necessaria una giusta scelta della corona per l'aria e dell'ugello spruzzatore. Inoltre bisognerà predisporre un corretto rapporto aria/vernice. Durante i lavori l'ugello della pistola dovrà essere tenuto costantemente ad una distanza di circa cm 20-25 dalla superficie e lo spruzzo dovrà rimare costantemente perpendicolare alla superficie da verniciare. L'attrezzatura dovrà essere costituita da: una pistola a spruzzo, tubi flessibili per il trasporto dell'aria e delle vernici, serbatoio di alimentazione dell'aria compressa, compressore, riduttore della pressione, filtri capaci di mantenere la pressione costante e di asportarne l'umidità, le sostanze grasse e le altre impurità.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori il direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

#### **Art. 174 – Opere da vetraio**

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le lastre si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla D.L. Per quanto riguarda la posa in opera le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra. Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45 gradi, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti. Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

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

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore (tipo "termolux" o simile), formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di mm 2 racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da mm 1 a 3) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da mm 10 a 15 costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Lo stucco da vetraio dovrà essere sempre protetto con una verniciatura a base di minio ed olio di lino cotto; quello per la posa del "termolux" sarà del tipo speciale adatto.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucidi e trasparenti.

L'impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi, di vetri passatigli dalla D.L., rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo. Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre ditte, ai prezzi di tariffa. Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della D.L., sarà a carico dell'impresa.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

#### **Art. 175 – Opere da stagnaio, in genere**

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché, lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione. Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario alla loro perfetta funzionalità, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo di ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L. Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla D.L. ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della D.L., i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

#### **Art. 176 – Tubazioni e canali di gronda**

a) *Tubazioni in genere* – Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche di cui all'art. "Tubazioni", eseguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti. Le condutture interrato all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno metri 1 sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della D.L. Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

b) *Fissaggio delle tubazioni* – Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a ml 1. Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baglioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°; in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita. Nel caso in cui i tubi poggin su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

c) *Tubazioni in ghisa* – Le giunzioni nei tubi di ghisa saranno eseguite concorda di canapa catramata e piombo colato e calafato.

d) *Tubazioni di piombo* – I tubi di piombo dovranno essere di prima fusione. Saranno lavorati a mezzo di sfere di legno duro, in modo che il loro spessore e diametro risultino costanti anche nelle curve e le saldature a stagno, accuratamente lavorate col sego di lardo ed il percalce, abbiano forma a oliva (lavorazione all'inglese).

e) *Tubazioni in lamiera di ferro zincato* – Saranno eseguite con lamiera di ferro zincato di peso non inferiore a kg 4, 5 al mq, con l'unione "ad aggraffatura" lungo la generatrice e giunzioni a libera dilatazione (sovrapposizione di cm 5).

f) *Tubazioni in ferro* – Saranno del tipo "saldato" o "trattato" (Mannesmann), a seconda del tipo ed importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto, rese stagne con guarnizioni di canapa e mastice di manganese. I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione. A richiesta della D.L. le tubazioni in ferro (elementi ordinari e pezzi speciali) dovranno essere provviste di zincature; i tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco; in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, la dove essa sia venuta meno.

g) *Tubazioni in rame* – Saranno eseguite utilizzando laminati di rame Cu-DHP conformemente alla **UNI 5649** (parte 1) ed alla **UNI 3310**. I pluviali verranno realizzati con laminati in rame semi crudo da mm 0, 6 arrotolati, aggraffati e, se richiesto, brasati o elettrosaldati. I canali di gronda verranno realizzati con lastre o nastri semi crudi dello spessore descritto (da 0,5 a 0,8 mm); per grondaie di esecuzione complessa verrà utilizzato esclusivamente rame ricotto con spessore da 0,7 a 0,8 mm. Le giunzioni verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione o per aggraffatura piatta; la tenuta verrà assicurata da una corretta brasatura.

h) *Tubazioni in grès* – Le giunzioni, saranno eseguite con corda di canapa imbevuta di litargirio e compressa a mazzuolo; esse saranno poi stuccate con mastice di bitume o catrame.

i) *Tubazioni in ardesia artificiale* – Le giunzioni dovranno essere costituite da una guarnizione formata di anelli di gomma, ovvero calafata di canapa catramata e successiva colatura di boiaccia semifluida di agglomerante cementizio, completata da una stuccatura di malta plastica dello stesso agglomerante, estesa sino all'orlo del manicotto. Nel caso di condotti di fumo si dovrà invece colare nei giunti malta fluida di terra refrattaria e calce, in luogo della boiaccia di agglomerante.

l) *Tubazioni di cemento* – Le giunzioni saranno eseguite distendendo sull'orlo del tubo in opera della pasta di cemento puro, innestando quindi il tubo successivo e sigillandolo poi tutto all'ingiro, con malta di cemento, in modo da formare un anello di guarnizione.

m) *Tubazioni in PVC per linee verticali* – Le giunzioni possono essere a bicchiere con anello di gomma o ad incollaggio. Esse sono staffate ad opportune distanze con cravatte che consentono il supporto e nello stesso tempo lo scorrimento delle condotte:

1) giunzione con anello di gomma: la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in una apposita sede ricavata nel bicchiere stesso. Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme **UNI 7448/75**;

2) guarnizioni ad incollaggio: per tale operazione bisogna provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre, e quindi spalmare sia l'interno del bicchiere che l'esterno del cordolo con apposito collante. Siccome la giunzione ad incollaggio crea un sistema rigido bisogna provvedere all'inserimento di un giunto di dilatazione ad opportune distanze; in particolare nei fabbricati civili e per scarichi caldi o promiscui uno ogni tre metri. Per altre condizioni seguire le norme **UNI 7448/75**.

n) *Tubazioni di PVC per linee interrato* – Nei casi in cui il terreno originario sia di natura aspra o ciottolosa si dovrà provvedere a disporre un piano di posa sabbioso ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad altezza di cm 15 al di sopra della generatrice superiore del tubo. Al fine di assicurare, nel modo migliore, un sistema di tipo flessibile, le tubazioni dovranno essere dotate di giunto con anello di gomma inserito nel bicchiere facente parte integrante del tubo stesso.

o) *Tubazioni in polietilene per linee interrato* – Le giunzioni possono avvenire per polidiffusione o per mezzo di manicotti di materiale plastico o metallico. Per la posa in opera in terreni ciottolosi, aspri e tali da non garantire una omogenea e continua aderenza con il tubo, bisognerà formare un letto sabbioso di posa ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad una altezza di 15 cm al di sopra della generatrice del tubo stesso.

p) *Canali di gronda* – Potranno essere in lamiera di ferro zincato, in rame, in materiale sintetico, e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno descritte dalla D.L.; i canali di gronda in PVC possono essere sagomati in tondo o a sezione diversa, secondo le prescrizioni della D.L.; saranno posti in opera su apposite cicogne e dovranno essere dotati di giunti al fine di consentire l'assorbimento delle dilatazioni termiche a cui sono sottoposti. Quelli in lamiera zincata verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della D.L., e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura,

ecc., e con robuste cicogne in ferro per sostegno, modellati secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di m 0,60. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate con saldatura ad ottone a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio di piombo ed olio di lino cotto.

Le grondaie in ardesia artificiale saranno poste in opera anch'esse su apposite cicogne in ferro, verniciate come sopra e assicurate mediante legature in filo di ferro zincato, le giunzioni saranno eseguite con appositi coprigiunti chiodati e saldati con mastici speciali.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

### **Art. 177 – Opere da pittore – Norme generali**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura, dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate e lisiate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate. Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra i colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità. Le successive passate di coloriture ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della direzione una dichiarazione scritta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

### **Art. 178 – Esecuzioni particolari**

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono. La D.L. avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

a) *Tinteggiature a calce* – La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:

- 1 – spolveratura e raschiatura delle superfici
- 2 – prima stuccatura a gesso e colla
- 3 – levigatura con carta vetrata
- 4 – applicazione di due mani di tinta a calce. Gli intonaci nuovi dovranno già avere ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

b) *Tinteggiatura a colla e gesso* – Saranno eseguite come appresso:

- 1 – spolveratura e ripulitura delle superfici
- 2 – prima stuccatura a gesso e colla
- 3 – levigatura con carta vetrata
- 4 – spalmatura di colla temperata
- 5 – rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione
- 6 – applicazione di due mani di tinta a colla e gesso. Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

c) *Verniciatura ad olio* – Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguiti come appresso:

- 1 – spolveratura e raschiatura delle superfici
- 2 – prima stuccatura a gesso e colla
- 3 – levigatura con carta vetrata
- 4 – spalmatura di colla forte
- 5 – applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento ed eventualmente di essiccativo
- 6 – stuccatura con stucco ad olio
- 7 – accurata levigatura con carta vetrata e lisciatura
- 8 – seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia
- 9 – terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle operazioni n. 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n. 5 sarà sostituita con una spalmatura di minio, il n. 7 sarà limitato ad un conguagliamento della superficie e si ometteranno le operazioni nn. 2, 4 e 6.

*d) Verniciature a smalto comune* – Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la D.L. vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

- 1 – applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
- 2 – leggera pomiciatura a panno;
- 3 – applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con l'esclusione di diluente.

*e) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio (tipo di "Cementite" o simili), su intonaci:*

A) tipo con superficie finita liscia o a "buccia d'arancio":

- 1 – spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata
- 2 – stuccatura a gesso e colla
- 3 – mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua
- 4 – applicazione di uno strato di standoli o con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito in acquaragia
- 5 – applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.

B) tipo "battuto" con superficie a rilievo 1/2/3 – si ripetono le operazioni sopra elencate dai nn. 1 a 3 per il tipo A, indi:

- 4 – applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- 5 – battitura a breve intervallo dall'applicazione 4, eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

*f) Tinteggiatura al silicato di potassio* – La preparazione e la tinteggiatura degli intonaci esterni con i silicati di potassio (sistemi mono e bicomponenti) dovrà essere eseguita:

- spolverando accuratamente e pulendo in modo perfetto l'intonaco
- asportando eventuali residui di precedenti tinteggiature effettuate con prodotti a base polimerica
- preparando la tinta (solo per sistemi bicomponenti) mediante una accurata miscelazione del componente in polvere (pigmento) con quello liquido (legante) osservando l'esatto rapporto consigliato dal produttore. La tinta dovrà essere preparata almeno 12 ore prima dell'applicazione in modo da consentire un migliore amalgama fra i componenti;
- stendendo una prima mano di fondo, previa esatta diluizione della tinta da effettuare esclusivamente con i diluenti forniti dal produttore. Il rapporto di diluizione varierà in relazione allo stato di conservazione dell'intonaco, su intonaci particolarmente degradati o diffusamente microfessurati si dovrà aggiungere alla miscela tinta/diluente un fissativo minerale (di tipo chimicamente compatibile con il silicato di potassio) in un quantitativo non inferiore al 50% del volume della tinta base non diluita;
- eseguendo la stesura di una o più mani di finitura (in relazione allo stato di conservazione dell'intonaco) con la tinta non diluita. Il numero delle mani, i rapporti di diluizione, il tipo di fissativo e le modalità di applicazione verranno pattuiti con la D.L.

*g) Pitture "a fresco"* – L'appaltatore stenderà lo strato di pittura a base di latte di calce (nel numero di mani prescritte) mista ai pigmenti minerali più idonei per ottenere la tinta desiderata (preparando la miscela o utilizzando specifici prodotti pronti all'uso), quando l'ultimo strato d'intonaco, costituito preferibilmente di calce aerea (velo), non avrà ancora terminato la presa ma risulterà sufficientemente asciutto da consentire la lavorazione a pennello o a rullo senza distacchi o sbavature. Le particolari esecuzioni tipiche della tradizioni locali saranno impartite dalla D.L. conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto.

*h) Graffiti o sgraffiti* – L'appaltatore mescolerà alla malta dell'ultimo strato d'intonaco della graniglia di marmo scegliendo accuratamente le tinte in relazione all'effetto che si vorrà ottenere; se prescritto, potrà

anche spolverare la graniglia sull'intonaco fresco (velo) e tamponare, in seguito, con frattazzo di legno. Sulla superficie così preparata, non appena il velo sarà rassodato ma non ancora del tutto in presa, si strofinerà la superficie con un telo di juta o con spazzola di setola al fine di asportare l'eccesso di mescola calcinata e di mettere bene in vista la graniglia. L'effetto finale dovrà essere quello di una superficie liscia e ben levigata.

*i) Velature* – Qualora si dovessero eseguire tinteggiature con effetto di velatura, l'appaltatore non potrà assolutamente ottenere questo tipo di finitura diluendo le tinte oltre i limiti consigliati dal produttore o consentiti dalla vigente normativa UNI relativa alla classe di prodotto utilizzato. La velatura dovrà essere realizzata nel seguente modo:

- tinte a calce – lo strato di imprimitura (bianco e leggermente in tinta) verrà steso nello spessore più adatto a regolarizzare l'assorbimento del prodotto in modo da diminuire il quantitativo di tinta da applicare come mano di finitura;
- tinte al silicato di potassio – la velatura si otterrà incrementando, nella mano di fondo, il quantitativo di bianco di titanio rutilo e, contemporaneamente, diminuendo il quantitativo di tinta nella mano di finitura;
- tinte polimeriche – la velatura si otterrà incrementando nella mano di fondo il quantitativo di pigmento bianco e miscelando le tinte basi coprenti della mano di finitura un appropriato quantitativo di tinta polimerica trasparente. La tinta trasparente dovrà essere costituita (pena l'immediata perdita del prodotto) dallo stesso polimero utilizzato per la produzione della tinta base.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

#### **Art. 179 – Tappezzeria con carta**

Le pareti sulle quali deve essere applicata la tappezzeria saranno preparate diligentemente come prescritto dal precedente art. "Norme generali" per le tinteggiature, e successivamente lavate con acqua di colla.

La tappezzeria verrà applicata con colla di farina scevra di grano e dovrà risultare perfettamente distesa ed aderente, senza asperità, con le giunzioni bene sovrapposte ed esattamente verticali, in modo che vi sia esatta corrispondenza nel disegno; sarà, inoltre, completata in alto e in basso con fasce e bordure e con filettature a tinta in corrispondenza dei vani di finestra o di porta. Se richiesto dalla D.L., le pareti saranno preventivamente ricoperte da un primo strato di carta fodera.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

## Impianti

### **Art. 180 – Impianti – Generalità**

Prima di dare inizio alla realizzazione di qualsiasi genere d'impianto (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) l'appaltatore dovrà valutare, in accordo con la D.L. le corrette modalità per inserire gli impianti in edifici che ne sono sempre stati privi. Si valuterà se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. A tal fine all'appaltatore potrà essere richiesta l'esecuzione di un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale dovrà riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc. Dovrà anche evidenziare nel rilievo i vani idonei a contenere i nuovi impianti (canne fumarie, cavedi, intercapedini, doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi, ecc.); il tutto nell'ottica di realizzare i nuovi impianti indipendenti dall'edificio esistente evitando inserimenti sottotraccia, riducendo al minimo interventi di demolizioni e disfacimenti anche parziali. Se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore sarà tenuto a conservare gli impianti esistenti, procedendo alle lavorazioni che consentano alla loro messa a norma o al loro potenziamento sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto utilizzerà soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Nei casi in cui il progetto dell'impianto è a suo carico e non è quindi fornito dall'amministrazione, l'appaltatore dovrà sottoporre, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla D.L. che agli organi preposti alla tutela, il progetto esecutivo e concorderà le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

Per gli edifici vincolati secondo le direttive della legge 1° giugno 1939, n. 1089 si dovrà sempre fare riferimento alla normativa al Regio Decreto 7 novembre 1942, n. 1564: Approvazione delle norme per l'esecuzione, il collaudo e l'esercizio degli impianti tecnici che interessano gli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni e oggetti d'interesse culturale (G.U. n. 8 del 12 gennaio 1943).

### **Art. 181 – Impianti elettrici – Generalità**

L'appaltatore è tenuto a presentare entro e non oltre i 30 giorni prima della realizzazione dell'impianto un progetto esecutivo, completo di relazione illustrativa, disegni particolareggiati e calcoli, a firma di un tecnico abilitato. Gli impianti elettrici a bassa tensione per interni o per esterni avranno origine nel punto di consegna dell'energia e comprenderanno, salvo diverse prescrizioni, le condutture elettriche con gli accessori, gli strumenti di protezione e di manovra, i circuiti fissi ed i dispositivi per l'inserimento degli apparecchi le cui caratteristiche tecniche saranno quelle prescritte dall'art. "Materiali per impianti elettrici" del presente capitolato. L'appaltatore sarà responsabile della perfetta esecuzione degli impianti secondo quanto previsto dalla legge 186 dell'1.3.1968 e dalle successive modifiche o integrazioni.

Per quanto non specificato nel presente capitolato sia le modalità di esecuzione degli impianti sia le caratteristiche dei materiali e delle apparecchiature dovranno possedere requisiti corrispondenti a quelli richiesti dalle norme CEI vigenti alla data del presente contratto.

Quando in uno stesso locale sono previsti circuiti destinati ad un diverso impiego, l'appaltatore sarà tenuto a collocarli in tubazioni separate oppure dovrà provvedere ad isolare tutti i conduttori in base alla tensione più elevata e a munire le singole cassette di morsetti aventi diaframmi fissi ed inamovibili. Prima dell'esecuzione dei lavori l'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. sia il tracciato delle tubazioni che il posizionamento delle singole apparecchiature e, se richiesto, suddividere il carico di ogni impianto in differenti circuiti adeguatamente protetti da sovraccarichi di corrente e da eventuali corto circuiti.

L'impianto dovrà essere progettato a firma di un tecnico abilitato e calibrato in relazione alla sezione dei conduttori ed al numero dei punti di presa in modo da consentire una corretta alimentazione degli apparecchi. Al fine di garantire un equilibrato dimensionamento dei circuiti le sezioni minime dei conduttori saranno le seguenti (norme CEI 315 2.2.04).

In ogni vano dovranno essere installate il numero prescritto di prese da 10 A e da 16 A.

Per quanto concerne gli impianti centralizzati, all'inizio dell'impianto o all'entrata del montante dovrà essere collocato un interruttore magnetotermico onnipolare integrato con una protezione differenziale la cui corrente nominale di taratura dovrà essere proporzionata al carico presunto dell'impianto ed alla sezione dei conduttori. Negli impianti alimentati con bassa tensione direttamente dall'ente fornitore dell'energia, il sistema di protezione dovrà essere formato da un impianto di terra centralizzato combinato ai vari dispositivi di protezione per le singole utenze.

L'appaltatore, salvo diverse disposizioni, dovrà fornire i materiali occorrenti per la realizzazione delle linee, gli strumenti di comando, le prese, le derivazioni, le protezioni, le tubazioni, i materiali accessori, le prestazioni d'opera, il trasporto dei materiali in cantiere e tutto ciò che serve alla completa realizzazione dell'impianto. La D.L. sarà autorizzata ad eseguire in corso d'opera tutti gli accertamenti che

riterrà necessari per valutare l'efficienza dell'impianto e la sua rispondenza i requisiti di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

#### DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'INSTALLAZIONE

L'appaltatore in qualsiasi tipo d'impianto (ad incasso od a vista) dovrà, sempre, collocare tutti i conduttori all'interno di appositi tubi protettivi; quindi, non potrà assolutamente annegare i cavi privi di protezione all'interno di intonaci o di murature.

Egli, inoltre, dovrà congiungere i diversi conduttori mediante appositi morsetti isolati evitando di attorcigliare i cavi o di proteggerli col solo nastro isolante. Il raggio di curvatura dei tubi non dovrà essere inferiore a 12 volte il loro diametro, mentre il diametro interno dovrà essere 1,3 volte il diametro del fascio dei conduttori. L'andamento dei tubi dovrà essere rettilineo ed ogni variazione di direzione dovrà avvenire all'interno di apposite cassette di derivazione o di pezzi speciali di facile ispezione che, se metallici, dovranno essere provvisti di adeguati collegamenti alla linea di terra. Le tubazioni protettive dovranno essere solo parzialmente inserite all'interno delle cassette. La dimensione dei tubi ed il numero delle cassette di derivazione saranno calcolati in modo da permettere un agevole sfilamento dei singoli cavi conduttori.

L'appaltatore non potrà installare tubi protettivi all'interno di pareti di canne fumarie, di vani ascensore o a diretto contatto con impianti idrici, condotte ad alta temperatura e, in genere, vicino corpi metallici radianti calore. Se necessario, l'appaltatore dovrà, altresì, prevedere lo scarico della condensa. I comandi dei singoli circuiti e le prese di derivazione di apparecchi mobili dovranno essere inseriti nelle pareti nella posizione ed alla altezza indicate dagli elaboratori di progetto o prescritte dalla D.L.

#### DISPOSIZIONI PARTICOLARI RELATIVE ALLA PROTEZIONE

L'appaltatore dovrà collocare in corrispondenza del punto di consegna dell'energia un quadro generale completo di un interruttore generale (anche per il conduttore neutro) e di un altro di massima corrente idoneo ad evitare i corto circuiti (norma CEI 64-6). Il dispositivo adottato, di qualsiasi genere esso sia, dovrà essere in grado di interrompere l'erogazione di massima corrente (3000 A per l'erogazione monofase; 4500 A per la trifase). In ogni caso sarà necessario controllare che le protezioni installate siano idonee ad evitare sovratemperature pericolose nei conduttori di sezione più piccola.

Ogni impianto dovrà essere dotato di una linea di terra mediante l'utilizzo di conduttori dai requisiti rispondenti alle norme CEI 11-8 e, inoltre, munito di:

- dispersori realizzati con uno o più elementi metallici collocati in modo da consentire una loro facile ispezione
- conduttori di terra bicolore (giallo-verde) con cui verranno effettuati tutti i collegamenti alle masse metalliche
- conduttori di protezione (giallo-verde) con cui verranno collegate tutte le prese ed i punti luce
- conduttore equipotenziale principale.

I dispersori di terra saranno costituiti da elementi metallici fissati nel terreno e distribuiti lungo il perimetro esterno della costruzione. Le dimensioni trasversali minime saranno le seguenti:

- dispersori in rame: tondini o corde mm 7,5; piattine e lamiere mm 3; tubi mm 2,3 di spessore e mm 40 di raggio; profilati spessore mm 5 e dimensione mm 50.
- dispersori in ferro: gli spessori minimi sopra indicati dovranno essere aumentati del 50%.

L'appaltatore avrà l'obbligo di infiggere i dispersori in terreni umidi predisponendo un rinterro di terreno vegetale misto a carbone dello spessore di circa 20 cm; i dispersori dovranno raggiungere una profondità che sarà stabilita in funzione delle variazioni di resistività del terreno sottoposto agli sbalzi termici prodotti dal mutare delle condizioni meteorologiche. La sezione dei conduttori di terra, che dovrà essere uguale a quella dei conduttori di fase, non potrà essere inferiore a quella indicata nella tabella riportata nella norma CEI 176-2.3.03. La resistenza dell'impianto di terra dovrà avere, in relazione alla protezione meno sensibile installata, valori inferiori a quelli dalle norme CEI.

Le prese e gli elementi dell'impianto elettrico, installati in locali contenenti vasche da bagno, docce o contenitori d'acqua, dovranno essere collocati al di fuori di una zona di rispetto estesa ml 1,25 dai bordi dell'apparecchio sanitario ed elevata ml 2,50 dalla quota del pavimento.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Le opere potranno essere sottoposte a controlli e verifiche della D.L. sulla completezza della documentazione tecnica, ai tempi della realizzazione e sulle eventuali interferenze con altri lavori. La D.L. potrà inoltre verificare se i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori l'appaltatore si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50 – conforme alla norma **UNI 9620**. La verifica attesterà che i lavori sono stati eseguiti a regola d'arte.

L'appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione più significativa necessaria per la manutenzione dell'impianto.

Le verifiche dell'impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma CEI 64-8 e conformemente ai seguenti articoli: 611. Esame a vista; art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico potranno articolarsi nelle seguenti fasi: esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo.

Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, di ampliamenti o di interventi che hanno alterato in qualche modo le caratteristiche originarie.

Le prove consisteranno in una serie di misurazioni da effettuare al fine di accertare l'efficienza dell'intero impianto. Le misure saranno eseguite tramite idonei strumenti, le prove potranno riguardare:

- la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico
- la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti
- la separazione dei circuiti
- la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- prova di polarità
- prova di tensione applicata
- prove di funzionamento alla tensione nominale
- verifica della protezione contro gli effetti termici.

### **Art. 182– Impianti di scarico delle acque meteoriche**

Si intende per impianto di scarico delle acque meteoriche l'insieme di tutti gli elementi di raccolta, convogliamento, stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'appaltatore realizzerà lo scarico delle acque meteoriche con condutture indipendenti dall'impianto adibito allo smaltimento delle acque reflue. Il sistema dovrà essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto concerne le possibilità d'inquinamento. Gli impianti saranno funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.)
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (pluviali e collettori)
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma **UNI 9184**.

Per l'esecuzione degli impianti saranno valide le prescrizioni riportate per la realizzazione degli impianti di scarico delle acque reflue. I pluviali montati all'esterno dovranno essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi dovranno essere realizzati in prossimità di ogni giunto e dovranno essere costituiti da materiale compatibili. I bocchettoni e i sifoni dovranno avere lo stesso diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Tutte le caditoie a pavimento dovranno essere del tipo sifonato. Ogni inserimento in un collettore orizzontale dovrà essere eseguito ad almeno metri 1,5 dal punto di innesto di un pluviale. Per i pluviali ed i collettori installati nelle parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) dovranno essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

#### **MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO**

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la D.L. potrà effettuare le verifiche che riterrà più opportune al fine di accertare se i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e se esiste un certificato di conformità. Potrà anche fare eseguire delle prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo relativo agli impianti di scarico acque reflue. Al termine dei lavori la D.L. eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta le schede di prodotti e le istruzioni per la manutenzione.

### **Art. 183 – Impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione**

L'appaltatore realizzerà gli impianti conformemente alle prescrizioni di progetto utilizzando il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche" o fornendo l'assistenza, per le opere di sua competenza, ed il libero accesso al cantiere alle persone addette di qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati i lavori o alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'amministrazione appaltante. Dovrà anche provvedere a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della direzione dei lavori, nonché, alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'amministrazione appaltante.

Per l'esecuzione e la dotazione degli impianti, i sistemi di sicurezza dovranno essere realizzati con le caratteristiche, definite dagli elaborati di progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere. Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati secondo la regola d'arte richiesta dalla legge 1° marzo 1968 n. 186. Si considereranno a regola d'arte solo gli impianti realizzati secondo la

norma CEI 79-3 e variante VI "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione" ove applicabile, in relazione alla tipologia dell'edificio, del locale e dell'impianto specifico. Per attestare la rispondenza alle norme, tutte le apparecchiature dovranno riportare un marchio di conformità.

Nei casi in cui le apparecchiature o i sistemi da impiegare non siano contemplati nelle norme italiane, ma esista un riferimento normativo europeo (CENELEC) o internazionale (IEC), questi dovranno essere muniti di dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

L'appaltatore, in ogni caso, dovrà essere garantire la sicurezza d'uso. A questo scopo, tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI 12-13. La loro rispondenza dovrà essere certificata da un attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore. Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da qualsiasi tipo di difetto.

L'appaltatore, inoltre, al fine di garantire la necessaria continuità di funzionamento degli impianti dovrà fornire tutte le istruzioni occorrenti per la loro corretta manutenzione. Le istruzioni dovranno specificare il numero di ispezioni da fare eseguire, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che dovrà intervenire sul programma di manutenzione preventiva. Nel corso delle manutenzioni preventive dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del corretto funzionamento dell'impianto, verificando in dettaglio:

- il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
- la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

#### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Sarà compito del direttore dei lavori coordinare tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dell'impianto e di verificare, nel corso della realizzazione, la presenza, la rispondenza e l'idoneità di tutta la documentazione. La D.L. potrà anche verificare che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto ed alle relative norme. Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n. 791, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale o remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso ecc.), dovranno rispondere alle norme CEI n. 79-2, 79-3 e 79-4. Al termine dei lavori l'appaltatore dovrà farsi rilasciare un rapporto di verifica dell'impianto attestante l'avvenuta esecuzione a regola d'arte e dovrà fornire all'amministrazione una completa documentazione idonea alla realizzazione delle successive opere di gestione e di manutenzione.

Le verifiche richieste per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto saranno le seguenti:

- controllo dei materiali utilizzati e delle relative caratteristiche tecniche;
- controllo del posizionamento, del fissaggio e dell'accessibilità alla centrale di gestione, dei singoli rilevatori e di ogni altro dispositivo del sistema, con l'ulteriore verifica della conformità a livello delle prestazioni richieste;
- controllo dello schema che riporta la localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e manutenzione;
- calcolo teorico sull'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori;
- controllo delle funzioni concordate ed in particolare sulla risposta dell'impianto ad eventi di allarme; risposta dell'impianto ad eventi temporali; risposta dell'impianto ad interventi manuali.