

PROGETTO ESECUTIVO  
DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO STATICO  
DELLA CHIESA DI "SANTA MARIA DELLA NEVE AL COLOSSEO" A ROMA



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

**PROGETTO ESECUTIVO  
DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO STATICO  
DELLA CHIESA DI SANTA MARIA DELLA NEVE AL COLOSSEO IN ROMA  
– Via del Colosseo n. 16 – 00100 Roma (RM)**

**COMMITENTE:**  
***COMUNITÀ DI S. EGIDIO***  
*Piazza di S. Egidio n. 3/a - 00153 Roma*

**A.R.A. – “ARCHITETTI ROMANI ASSOCIATI”**  
Via V. Crisafulli n. 42-00166 Roma (ROMA)

## **CAPO I**

### **DESCRIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO**

#### **PARTE I-FORMA E DIMENSIONE CONTRATTUALE DELL'APPALTO**

- Art. 1 – Oggetto dell'appalto
- Art. 2 – Ammontare dell'appalto
- Art. 3 – Descrizione sommaria dei lavori
- Art. 4 – Documenti che fanno parte del contratto
- Art. 5 – Qualificazione categorie di lavoro
- Art. 6 – Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto
- Art. 7 – Disposizioni particolari riguardanti l'appalto
- Art. 8 – Domicilio dell'appaltatore, rappresentante dell'appaltatore e direttore di cantiere

#### **PARTE II-MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

- Art. 9 – Direzione dei lavori
- Art. 10 – Programma esecutivo dei lavori
- Art. 11 – Consegna ed inizio dei lavori
- Art. 12 – Tempo utile per l'ultimazione dei lavori
- Art. 13 – Inderogabilità dei tempi di esecuzione
- Art. 14 – Ultimazione dei lavori
- Art. 15 – Presa in consegna dei lavori ultimati
- Art. 16 – Collaudo

#### **PARTE III-DISPOSIZIONI ECONOMICHE**

- Art. 17 – Anticipazione
- Art. 18 – Pagamento in acconto
- Art. 19 – Conto finale
- Art. 20 – Proroghe, sospensioni e penali

#### **PARTE IV-DISPOSIZIONI DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

- Art. 21 – Varianti
- Art. 22 – Varianti per errore od omissione progettuale
- Art. 23 – Prezzi applicati ai nuovi materiali e nuovi prezzi

#### **PARTE V-DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SUBAPPALTO E IN MATERIA DI SICUREZZA**

- Art. 24 – Responsabilità in materia di subappalto
- Art. 25 – Pagamento dei subappaltatori e ritardi nei pagamenti
- Art. 26 – Oneri ed obblighi in materia di sicurezza
- Art. 27 – Sospensione dei lavori per mancanza dei requisiti di sicurezza
- Art. 28 – Normativa di riferimento in materia di sicurezza

#### **PARTE VI-OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE**

- Art. 29 – Eccezioni dell'appaltatore
- Art. 30 – Elenco degli addetti da impiegare per opere specialistiche
- Art. 31 – Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori
- Art. 32 – Contratti collettivi e prescrizioni sulla manodopera
- Art. 33 – Obblighi particolari a carico dell'appaltatore
- Art. 34 – Custodia del cantiere
- Art. 35 – Piano di qualità
- Art. 36 – Accertamento di danni da forza maggiore
- Art. 37 – Responsabilità ed obblighi in caso di accertamento di difetti di costruzione
- Art. 38 – Cauzione definitiva ed altre garanzie
- Art. 39 – Proprietà dei materiali da escavazione e di demolizione
- Art. 40 – Proprietà degli oggetti rinvenuti

## **PARTE VII-MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

- Art. 41 – Lavori a misura**
- Art. 42 – Lavori a corpo**
- Art. 43 – Lavori in economia**
- Art. 44 – Norme per la misurazione e valutazione dei lavori**
- Art. 45 – Valutazione dei manufatti a piè d'opera**
- Art. 46 – Lavori non previsti**

## **PARTE VIII-NORME SUI MATERIALI E MANUFATTI IN GENERE**

- Art. 47 – Accettazione e provvista dei materiali**
- Art. 48 – Collocamento in opera dei manufatti in genere**

## **PARTE IX-CONTROVERSIE ED ESECUZIONI D'UFFICIO**

- Art. 49 – Definizione delle controversie**
- Art. 50 – Risoluzione e recesso del contratto**

## **CAPO II**

### **QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

- Art. 51 – Materiali in genere**
  - 1. Norme di riferimento, modalità di prova, controllo e collaudo
- Art. 52 – Materiali naturali e di cava**
  - 1. Acqua
  - 2. Inerti in genere
  - 3. Pietre in genere
- Art. 53 – Leganti in genere**
  - 1. Leganti tradizionali
  - 2. Leganti idraulici speciali
  - 3. Leganti sintetici
- Art. 54 – Elementi di laterizio e calcestruzzo**
- Art. 55 – Materiali ferrosi e materiali vari**
- Art. 56 – Legnami e materiali derivati**
- Art. 57 – Materiali per pavimentazione e rivestimenti in genere**
  - 1. Generalità
  - 2. Piastrelle di ceramica
  - 3. Prodotti di pietre naturali o ricostruite
  - 4. Marmette di graniglia
- Art. 58 – Colori e vernici**
  - 1. Generalità
  - 2. Pigmenti
  - 3. Tinte
  - 4. Pitture
  - 5. Vernici
- Art. 59 – Additivi**
- Art. 60 – Materiali diversi**
  - 1. Sigillanti
  - 2. Adesivi
  - 3. Geo-tessuti
  - 4. Tessuti-non-tessuti
- Art. 61 – Solventi**
- Art. 62 – Materiali per la pulizia dei manufatti lapidei**
  - 1. Generalità
  - 2. Acqua per lavori di pulitura

3. Spugne per puliture a secco
4. Carta giapponese
5. Carbonato e Bicarbonato di Ammonio
6. Tensioattivi e Detergenti
7. Resine a scambio ionico
8. Addensanti e Supportanti
9. Polpa di cellulosa
10. Argille assorbenti
11. Biocidi

**Art. 63 – Materiali compositi FRP**

**Art. 64 – Materiali per coperture**

1. Generalità
2. Tegole e coppi in laterizio

**Art. 65 – Materiali per impermeabilizzazione**

1. Generalità
2. Membrane bituminose
3. Membrane liquide
4. Membrane bugnate

**Art. 66 – Vetri**

**Art. 67 – Materiali per rivestimenti e/o trattamento lacune interni ed esterni**

1. Generalità
2. Prodotti fluidi o in pasta
2. Prodotti rigidi

### **CAPO III**

#### **INDAGINI ANALITICHE E DIAGNOSTICHE**

**Art. 68 – Indagini preliminari ai lavori di restauro- Generalità**

**Art. 69 – Rilievo fotografico**

- 1.1. RegISTRAZIONI fotografiche in luce visibile in B/N e a colori
- 1.2. Fotogrammetria

**Art. 70 – Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio**

**Art. 71 – Indagini per la determinazione delle caratteristiche tensionali dei materiali e delle murature**

- 1.1. Martinetti piatti (flat jacks)

**Art. 72 – Indagini atte a rilevare la presenza di stratificazioni storico/costruttive**

**Art. 73 – Indagini rivolte alla caratterizzazione dei materiali e all'accertamento dei loro degradi e patologie**

- 1.1. Modalità di campionamento del materiale in opera
- 1.2. Modalità di prelievo per lo studio mineralogico, chimico, fisico
- 1.3. Modalità di prelievo per lo studio biologico

**Art. 74 – Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo**

- 1.1. Analisi atte a determinare la composizione chimica del materiale
- 1.2. Analisi atte a determinare la caratterizzazione mineralogica petrografia
- 1.3. Analisi atte a determinare le proprietà fisiche e/o ottiche

**Art. 75 – Indagini sulle patologie dei materiali, analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee**

**Art. 76 – Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità**

- 1.1. Misurazione delle temperature e dell'umidità
- 1.2. Accertamento della presenza di umidità da risalita
  - 1.2.1. Metodi quantitativi
  - 1.2.2. Metodi qualitativi

**Art. 77 – Indagini sulle caratteristiche dei terreni**

### **CAPO IV**

#### **PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE PARTE I-PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO**

**Art. 78 – OPERAZIONI DI ASPORTAZIONE, DEMOLIZIONE E SMONTAGGI**

1. Generalità
2. Indagini preliminari (accertamento sulle caratteristiche costruttive-strutturali)
3. Smontaggio di strutture orizzontali
- 3.1. Strutture voltate
4. Asportazione di intonaci
5. Rimozione e smontaggio di pavimenti

**Art. 79 – OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI LAPIDEI**

1. Generalità
2. Ponti di malta e/o resina
3. Microiniezioni di miscele a bassa pressione

**Art. 80 – OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LAPIDEI**

1. Generalità
2. Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei
3. Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione
4. Pulitura mediante acqua atomizzata
5. Pulitura meccanica
6. Pulitura mediante impacchi assorbenti
- 6.1. Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua
- 6.2. Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche
- 6.3. Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Carbonato e Bicarbonato d'Ammonio
7. Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema jos)
8. Pulitura a secco con spugne wishab
9. Macroflora-Generalità
- 9.1 Diserbo da piante superiori
- 9.2 Disinfestazione da muschi e licheni

**Art. 81 – OPERAZIONI DI INTEGRAZIONI, STUCCATURE DEI MATERIALI LAPIDEI (AGGIUNTE)**

1. Generalità
2. Stuccatura di elementi lapidei
3. Risarcimento-stilatura giunti di malta
4. Trattamento lacune di intonaco
- 4.1. Rappezzo di intonaco
- 4.1.1. Rappezzo di intonaco di calce (aerea e idraulica)
5. Finiture superficiali
- 5.1. Finitura (intonachino)
6. Integrazione di stucchi e modanature
- 6.1. Integrazioni cornici
7. Integrazioni di porzioni murarie
- 7.1. Rincocciatura

**Art. 82 – OPERAZIONI DI PROTEZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI**

1. Generalità
2. Tinteggiatura e verniciatura
- 2.1. Difetti dei lavori da pittore
3. Tinteggiatura alla calce (scialbatura)
4. Trattamento all'acqua sporca (velatura)
5. Pittura a tempera
6. Patinatura

**Art. 83 – OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LIGNEI**

1. Generalità
2. Levigatura e lamatura manuale
3. Sverniciatura con decapante neutro

**Art. 84 – OPERAZIONI DI INTEGRAZIONI, STUCCATURE MATERIALI LIGNEI**

**Art. 85 – OPERAZIONI DI PROTEZIONE DI MATERIALI LIGNEI**

1. Generalità
2. Trattamento con prodotti vernicianti
- 2.1. Trattamento con sistemi pellicolari
3. Trattamento con olio di lino

**Art. 86 – OPERAZIONI DI PROTEZIONE DI MATERIALI METALLICI**

1. Generalità
2. Preparazione delle superfici
3. Sistemi di protezione

**Art. 87 – OPERAZIONI DEUMIDIFICAZIONE DI APPARECCHI MURARI**

1. Generalità
2. Drenaggi, intercapedini, vespai
- 2.1. Drenaggi, pozzi assorbenti
3. Vespai orizzontali
- 3.1. Vespai a camera d'aria
- 3.1.1. Vespai con casseri prefabbricati

**PARTE II-PROCEDURE OPERATIVE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE**

**Art. 88 – OPERAZIONI DI SCAVI E RINTERRI**

1. Generalità
2. Scavi di fondazione a sezione obbligata
3. Armature degli scavi
4. Rilevati e rientri

**Art. 89 – CONSOLIDAMENTO DELLE FONDAZIONI**

1. Generalità
2. Consolidamento mediante ampliamento della base fondale
3. Consolidamento mediante travi longitudinali in c.a. cerchianti l'elemento fondale

**Art. 90 – OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO APPARECCHI MURARI**

1. Generalità
2. Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cuci)
3. Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti
- 3.1. Consolidamento mediante iniezioni non armate

**Art. 91 – OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO SOLAIO IN LEGNO**

1. Generalità
2. Consolidamento mediante sezioni miste
3. Ancoraggio delle travi alle murature d'ambito
- 3.1. Collegamento discontinuo in cemento armato a coda di rondine

**Art. 92 – OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA (LATERIZIO E PIETRA)**

1. Generalità
2. Consolidamento mediante materiali compositi (CFRP)

- 2.1. Fasciatura dell'estradosso con FRP
- 2.1.1. Volta a botte

**Art. 93 – OPERAZIONI DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAMENTO COPERTURE**

- 1. Impermeabilizzazione terrazze a tasca
- 2. Impermeabilizzazione mediante rivestimento sottocoppo

**CAPO V**

**OPERE VARIE E IMPIANTI**

**Art. 94 – PAVIMENTI**

**Art. 95 – INFISSI**

**Art. 96 – OPERE DA STAGNINO**

- 1. Generalità
- 2. Tubazioni e canali di gronda

**Art. 97 – OPERE DA PITTORE**

**Art. 98 – IMPIANTI**

- 1. Generalità
- 2. Impianti di scarico delle acque reflue
- 3. Impianti di scarico delle acque meteoriche

**Allegato I**

**SCHEDE TECNICHE DI RIFERIMENTO PER I LAVORI DI CONSOLIDAMENTO  
E RESTAURO STATICO**

- 1 – Pulitura patina scura dal portale in pietra
- 2 – Pulitura depositi ed incrostazioni dalle lastre di travertino dei gradini di accesso
- 3 – Pulitura patina di efflorescenze saline dall'intonaco interno
- 4 – Consolidamento di modeste porzioni di intonaco esterno  
mediante micro-iniezioni di miscele leganti a bassa pressione
- 5 – Risarcimento e stilatura dei giunti della porzione muraria perimetrale  
relativa alla fascia di attacco basamentale dell'edificio



## **CAPO I-DESCRIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO**

### **PARTE I-FORMA E DIMENSIONE CONTRATTUALE DELL'APPALTO**

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

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e le somministrazioni di manodopera e di provviste necessarie per i **Lavori di Restauro e Consolidamento Statico della Chiesa di Santa Maria della Neve al Colosseo a Roma.**

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

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

#### **Art. 2 – AMMONTARE DELL'APPALTO**

L'importo complessivo dei lavori a misura (parte dei quali soggetti a ribasso d'asta e parte riguardanti gli oneri per la sicurezza e salute non soggetti a ribasso ai sensi del combinato disposto dell'art. 31, comma 2 della legge quadro in materia di lavori pubblici, n. 109 dell'11 febbraio 1994 (d'ora in poi legge n. 109/1994) e dell'art. 12, comma 1 e 5 del DLgs 14 agosto 1996, n. 494 (d'ora in poi DLgs n. 494/1996) compresi nell'appalto, ammonta presuntivamente ad euro 177'614,00 (centootantaquattromilasettecentodiciotto/00 euro) così come risulta da quanto illustrato nel prospetto di seguito riportato.

Quadro dettagliato degli importi

N. ordine	DESIGNAZIONE DIVERSE CATEGORIE DI LAVORI ED ONERI SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA	IMPORTO COMPLESSIVO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO –Lavori compensati a misura–
1	Indagini diagnostiche preliminari	5'460,80
2	Opere provvisorie (ponteggi)	6'330,20
3	Demolizioni, smontaggi e rimozioni	18'206,21
4	Scavi e rinterri	27'887,26
	<b>Opere di restauro strutturale</b>	
5	Consolidamento fondazioni	40'911,05
6	Consolidamento strutture murarie	8'326,46
7	Consolidamento solai lignei	5'199,50
8	Consolidamento strutture voltate	3'171,00
	<b>Opere di restauro e manutenzione</b>	
9	Puliture	3'253,03
10	Integrazioni	
10.1	<i>intonaci</i>	12'415,26
10.2	<i>muratura</i>	3'394,40
11	Trattamenti protettivi	
11.1	<i>elementi lapidei</i>	3'462,33
11.2	<i>elementi lignei</i>	1'733,44
11.3	<i>elementi metallici</i>	12,50
12	Isolamenti ed impermeabilizzazioni	6'869,42
13	Deumidificazioni e drenaggi	11'540,47
	<b>Opere ex novo</b>	
14	Infissi interni, vetri	1'662,00
15	Pavimenti, rivestimenti	16'063,04
	<b>Impianti</b>	
16	Impianto idrico-sanitario	1'461,65
17	Impianto elettrico	
18	Impianto termico	
	<b>Totale</b>	<b>177'614,07</b>
19	Costi della sicurezza e igiene del lavoro	7'104,00
	<b>Totale importo contrattuale</b>	<b>184'718,00</b>

Le cifre del precedente quadro, che indicano gli importi presuntivi delle diverse categorie di lavori a misura, sono state ricavate mediante la tariffa di cui al prezzo Elenco Prezzi (2004) pubblicato da Regione Umbria; le eventuali correzioni nella descrizione, negli oneri o nel prezzo saranno esplicitate più dettagliatamente dalle voci dell'elenco prezzi allegato al progetto; le quantità potranno variare in più o in meno esclusivamente in base alle reali quantità risultanti dopo l'esecuzione dei lavori.

### Art. 3 – DESCRIZIONE SOMMARIA DEI LAVORI

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori:

N. ordine	CATEGORIA DEI LAVORI	DESCRIZIONE SOMMARIA
1	Indagini diagnostiche preliminari	Indagini atte alla conoscenza della natura e consistenza del terreno e della muratura dell'edificio oggetto d'intervento.
2	Opere provvisoriale (ponteggi)	assemblaggio e messa in opera dei ponteggi.
3	Demolizioni, smontaggi e rimozioni	Interventi di smontaggio e demolizioni di elementi e parti necessarie alla messa in opera dei vari interventi.
4	Scavi e rinterri	Scavo a sezione obbligata del terreno per la messa in opera degli interventi fondali e di deumidificazione dell'edificio
5	<b>Opere di restauro strutturale</b>	<b>Descrizione</b>
	Consolidamento fondazioni	Intervento di ampliamento della base fondale mediante travi in c.a. cerchianti l'elemento stesso.
6	Consolidamento strutture murarie	Intervento di consolidamento della struttura muraria mediante iniezione di miscele leganti non armate.
7	Consolidamento solai lignei	Consolidamento della struttura lignea ed ancoraggio a coda di rondine alle murature d'ambito.
8	Consolidamento strutture voltate	Consolidamento della volta a botte interna mediante fasciatura dell'estradosso con materiali compositi.
9	<b>Opere di restauro e manutenzione</b>	<b>Descrizione</b>
	Puliture	Intervento di pulitura delle superfici sia esterne che interne dell'edificio.
10	Integrazioni	Intervento di integrazione degli elementi lapidei lungo la struttura esterna dei prospetti.
10.1	<i>intonaci</i>	
10.2	<i>muratura</i>	
11	Trattamenti protettivi	<b>Descrizione</b>
11.1	<i>elementi lapidei</i>	Interventi di protezione degli elementi lapidei (muratura ed intonaci) sia esterni che interni.
11.2	<i>elementi lignei</i>	Interventi di protezione degli infissi esterni (serramenti) e del portone d'ingresso della chiesa.
11.3	<i>elementi metallici</i>	Interventi di protezione degli inferriate relative ai serramenti della rettoria.
12	Isolamenti ed impermeabilizzazioni	Impermeabilizzazione della copertura sia piana che di a falde con rimessa a nuovo di una porzione di tegole.
13	Deumidificazioni e drenaggi	Opera di drenaggio delle acque di invasione e messa in opera di vespai aerati in corrispondenza del piano ipogeo dell'edificio.
14	<b>Opere ex novo</b>	<b>Descrizione</b>
	Infissi interni, vetri	Sostituzione degli infissi con nuovi elementi di falegnameria e nuova vetrata.
15	Pavimenti, rivestimenti	Messa in opera di nuovi pavimenti in tutto l'edificio, inclusi nuovi gradini della rettoria.

	<b>Impianti</b>	<b>Descrizione</b>
16	Impianto idrico-sanitario	Realizzazione ex novo dell'impianto idrico-sanitario.
17	Impianto elettrico	Realizzazione ex novo dell'impianto elettrico.
18	Impianto termico	Adeguamento dell'impianto termico dell'edificio alle nuove esigenze funzionali.

#### **Art. 4 – DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO**

Fanno parte integrante del contratto d'appalto oltre al presente Capitolato Speciale di appalto con annessa la Descrizione delle Opere:

\_il Capitolato Generale d'Appalto approvato con DM n. 145 del 19 aprile 2000,

\_l'elenco dei prezzi unitari,

\_la documentazione fotografica,

\_il quadro di incidenza della manodopera per le diverse categorie dei lavori dell'opera,

\_il cronoprogramma di esecuzione lavori (art. 42 del Reg. n. 554/99),

nonché tutti gli elaborati di progetto riportanti le categorie di lavoro descritte sommariamente all'art. 3 del suddetto Capitolato speciale.

I predetti disegni sono semplicemente indicativi e l'Amministrazione si riserva di apportarvi le modifiche che riterrà opportune, senza che ciò possa dare all'impresa motivo alcuno di fare eccezioni o di avanzare domande di speciali compensi non contemplati nel presente Capitolato.

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

Fanno altresì parte integrante del contratto il piano di sicurezza sostitutivo di cui all'art. 31 comma 1bis lett. b) della L. n. 109/94 ovvero il piano di sicurezza previsto dal DLgs 494/96 e successive modifiche ed integrazioni nel caso di cui all'art. 3 comma 4bis dello stesso DLgs.

Non faranno parte del contratto le analisi dei prezzi ed il computo metrico estimativo né qualsiasi altro elenco di prezzi od elaborato tecno-contabile comunque e da chiunque redatto.

#### **Art. 5 – QUALIFICAZIONE CATEGORIE DI LAVORO**

Per quanto riguarda i lavori indicati dal presente Capitolato è richiesta la qualificazione per le seguenti categorie e classi d'importo, in conformità al DPR n. 34/00 ai sensi dell'art. 8 della legge n. 109/1994 e s. m. e art. 5 DLgs. n. 23/04:

Categoria	Classifica	Livello	Importo	Importo %
Prevalente	OG 2	II	€ 516.457	€ 619.748
Generale	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela			
Specializzata	OS 2	II	€ 516.457	€ 619.748
Specializzata	Superfici decorate e beni mobili di interesse storico e artistico			

Le lavorazioni impiantistiche comprese nel presente appalto dovranno comunque essere effettuate da soggetti in possesso delle specifiche abilitazioni nel rispetto della L. n. 46/90, pertanto, qualora il soggetto candidato all'aggiudicazione dei lavori non sia in possesso delle suddette abilitazioni dovrà, a pena di esclusione, o costituire una associazione di tipo verticale con soggetti in possesso delle abilitazioni richieste, o dichiarare all'atto dell'offerta di voler affidare in subappalto ad imprese qualificate tali lavorazioni impiantistiche.

#### **Art. 6 – INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

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. 7 – DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO**

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 (nazionali, regionali, provinciali e comunali) e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, e quelli riguardanti in particolare, i beni culturali ed ambientali sia la normativa tecnica redatta dal CNR, dall'UNI dall'UNICHIM, e dalla commissione tecnica NorMaL anche se non espressamente richiamati nel presente capitolato.

L'Appaltatore, con la sottoscrizione del presente capitolato dichiara di accettare tutte le norme che regolano il presente appalto e quelle del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Con l'accettazione dei lavori indicati nell'art. 3 –Descrizione sommaria dei lavori– del presente capitolato l'appaltatore dichiara altresì di possedere i mezzi necessari per l'esecuzione delle opere a perfetta regola d'arte con le più aggiornate tecniche d'intervento, dando atto senza riserva alcuna di aver

*\_preso piena conoscenza delle opere da eseguire*

*\_eseguito il sopralluogo degli immobili ovvero dei siti oggetto di intervento;*

*\_accertato le condizioni sia dei corpi di fabbrica sia degli impianti;*

*\_valutato le condizioni di viabilità e di accesso;*

*\_stimato, nella formulazione dell'offerta, tutte le circostanze e i fattori che potrebbero, in qualche misura, influire sulla determinazione dei costi sia della manodopera sia delle forniture e dei noleggi;*

*\_esaminato accuratamente tutte le condizioni del presente capitolato speciale di appalto, gli elaborati progettuali, nonché la documentazione allegata e tutto quanto fornito dalla stazione appaltante al fine di valutare l'appalto in questione;*

*\_valutato adeguatamente e sufficientemente i tempi del programma dei lavori, tenendo conto anche di eventuali condizioni climatiche avverse.*

## **Art. 8 – DOMICILIO DELL'APPALTATORE, RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE**

Ai sensi dell'art. 2 del Capitolato generale, l'Appaltatore dovrà comunicare, all'atto della stipula del contratto di appalto, il luogo, nel Comune di Roma, presso il quale elegge domicilio.

Qualora il domicilio sia presso un professionista od una Società legalmente riconosciuta, dovrà essere allegata al contratto apposita dichiarazione di accettazione da parte del professionista o del legale rappresentante della società, resa nei termini della T.U. Dec. Amm. DPR 445/2000 con allegata copia fotostatica di un documento valido del sottoscrittore.

Eventuali variazioni dovranno essere tempestivamente comunicate al Direttore dei Lavori, al Collaudatore, ove presente, ed al Responsabile del Procedimento, allegando l'eventuale nuova dichiarazione di accettazione.

In mancanza di variazioni comunicate come sopra, le comunicazioni effettuate al domicilio indicato si intendono regolarmente avvenute ad ogni effetto di legge e l'appaltatore non potrà eccepire il mancato avviso da parte del soggetto presso il quale ha eletto il proprio domicilio.

Qualora l'ufficio presso il quale è stato eletto domicilio dovesse, per vari motivi, chiudere per un periodo di giorni superiore a 7 (sette), l'Appaltatore dovrà darne formale comunicazione al Direttore dei Lavori, al Collaudatore, ove presente, ed al Responsabile del Procedimento, indicando il luogo presso il quale viene eletto temporaneamente il nuovo domicilio, corredandolo dall'eventuale dichiarazione di assenso del nuovo soggetto.

In mancanza di comunicazioni, qualora non sia possibile effettuare comunicazioni per assenza di personale presso il domicilio eletto negli orari di normale apertura degli uffici e precisamente nei giorni feriali, sabato escluso, dalle ore 9.00 alle ore 12.00, si procederà alla notifica ai sensi dell'art. 143 del C.P.C. mediante affissione dell'avviso all'albo pretorio del Comune di Roma. L'appaltatore non potrà eleggere domicilio presso gli uffici comunali.

Nel caso in cui l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, dovrà depositare presso la stazione appaltante (entro 10 giorni dalla consegna dei lavori), ai sensi e nei modi di cui all'art. 4 del Cap. Gen. n. 145/00, il mandato conferito con atto pubblico a persona fornita dei requisiti tecnici e morali per l'esercizio delle attività necessarie per l'esecuzione dei lavori a norma di contratto, che potrà essere sostituita su

richiesta motivata della stazione appaltante. L'appaltatore o il suo rappresentante dovrà, per tutta la durata del cantiere, assicurare la presenza sul luogo del lavoro.

La direzione del cantiere è assunta dal Direttore Tecnico dell'impresa o da altro tecnico iscritto all'albo professionale, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire.

L'assunzione della direzione di cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza.

L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

L'Impresa è tenuta a sostituire il Direttore Tecnico, il rappresentante legale ed il Capo cantiere su richiesta della stazione appaltante o della DL.

## **PARTE II-MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 9 – DIREZIONE DEI LAVORI**

Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, l'Amministrazione aggiudicatrice, ai sensi dell'art. 123 del Reg. n. 554/99, istituisce un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

Ai sensi dell'art. 6 comma 5 del DLgs del 23 gennaio 2004 n. 30 (d'ora in poi DLgs n. 30/04), per i lavori concernenti beni mobili e superfici decorate di beni architettonici sottoposti alle disposizioni di tutela dei beni culturali, l'ufficio di direzione del direttore dei lavori dovrà comprendere, tra gli assistenti con funzioni di direttore operativo, un soggetto con qualifica di restauratore di beni culturali in possesso di specifiche competenze coerenti con l'intervento.

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

Ai sensi dell'art. 128 del Reg. n. 554/99 il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'appaltatore mediante un ordine di servizio redatto in due copie sottoscritte dal Direttore dei Lavori emanante e comunicate all'appaltatore che le restituisce firmate per avvenuta conoscenza.

L'ordine di servizio dovrà necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

### **Art. 10 – PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI**

L'Appaltatore sarà tenuto prima dell'inizio lavori a predisporre e consegnare all'approvazione della D.L. (che si esprimerà entro 5 giorni dal ricevimento dopo i quali il programma si intende accettato), un proprio programma operativo dettagliato ed elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Il suddetto programma, oltre ad essere coerente coi tempi contrattuali, dovrà riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione, nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento e dovrà essere approvato, prima dell'inizio dei lavori, dalla D.L.

Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore potrà essere modificato, o integrato, al fine di migliorare l'esecuzione dei lavori con particolare riferimento al:

coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;

intervento o mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi, le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;

intervento o coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende

controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;

\_necessità od opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;

\_qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 5 del DLgs n. 494 del 1996.

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

I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma, di cui all'art. 42 del Reg. n. 554/99, predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo, che potrà essere modificato dalla Stazione appaltante, nell'ipotesi in cui si verifichino situazioni impreviste ed imprevedibili.

Ai sensi dell'art. 125, comma 2 lett. c), del Reg. n. 554/99, durante l'esecuzione dei lavori è compito dei direttori operativi, cioè dei tecnici che collaborano con il direttore lavori ed insieme a lui costituiscono la direzione lavori, curare l'aggiornamento del cronoprogramma dei lavori e segnalare tempestivamente alla D.L. le eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali, proponendo i necessari interventi correttivi.

## **Art. 11 – CONSEGNA ED INIZIO LAVORI**

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

È facoltà della stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi degli articoli 337, secondo comma, e 338 della legge n. 2248 del 1865, dell'art. 129, commi 1 e 4, del Reg. n. 554/99; in tal caso il direttore dei lavori dovrà indicare espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

L'Amministrazione si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero per parti in più riprese (consegna frazionata): in questo caso (ai sensi dell'art. 21 del Cap. Gen. n. 145/00) la data legale della consegna, a tutti gli effetti di legge e regolamento, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

La facoltà della stazione appaltante di procedere in via di urgenza si applica anche alle singole parti consegnate, allorché l'urgenza sia circoscritta all'esecuzione di alcune di esse.

Nel caso in cui, nel giorno fissato e comunicato, l'appaltatore non si presenti a ricevere la consegna dei lavori, la D.L. fisserà una nuova data (periodo non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15); i termini per l'esecuzione decorreranno comunque dalla data della prima convocazione.

Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fidejussoria 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 dovrà essere escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della stazione appaltante, l'appaltatore potrà chiedere di recedere il contratto. L'istanza di recesso potrà essere accolta o meno dalla stazione appaltante.

In caso di accoglimento l'appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate, ma in misura non superiore ai limiti indicati all'art. 9 del Cap. Gen. n. 145/00.

Ove, invece, l'istanza non sia accolta e si proceda, quindi, tardivamente alla consegna, l'appaltatore avrà diritto ad un compenso per i maggiori oneri derivanti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono fissate sempre al citato art. 9 del Cap. Gen. n. 145/00.

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

## **Art. 12 – TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI**

Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni 212 (duecentododici) naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori; per l'impianto di cantiere è stato assegnato un trentesimo, da intendersi già conteggiato nel termine di ultimazione dei lavori.

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

## **Art. 13 – INDEROGABILITÀ DEI TEMPI DI ESECUZIONE**

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

il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;

l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;

l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenga di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o da questa espressamente approvati;

il tempo necessario sia per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili, che per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto;

le controversie eventuali tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;

le vertenze eventuali a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

## **Art. 14 – ULTIMAZIONE DEI LAVORI**

Ai sensi dell'art. 172, Reg. n. 554/99, l'ultimazione dei lavori, appena intervenuta, dovrà essere comunicata, per iscritto, dall'appaltatore al direttore dei lavori che procederà subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio con l'appaltatore e a rilasciare, senza alcun ritardo, il certificato, in doppio esemplare, attestante l'avvenuta ultimazione.

In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, potranno essere rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori.

Il direttore dei lavori, nell'effettuare le suddette constatazioni, dovrà fare riferimento alla finalità dell'opera, nel senso che considererà la stessa ultimata, entro il termine stabilito, anche in presenza di rifiniture accessorie mancanti, purché queste ultime non pregiudichino la funzionalità dell'opera stessa.

Il certificato di ultimazione potrà prevedere l'assegnazione di un termine, non superiore a sessanta giorni, per consentire all'impresa il completamento di tutte le lavorazioni di piccola entità, non incidenti sull'uso e la funzionalità dell'opera, per come accertate dal direttore dei lavori.

Qualora si ecceda tale termine senza che l'appaltatore abbia completato le opere accessorie, il certificato di ultimazione diverrà inefficace ed occorrerà redigerne uno nuovo che accerti l'avvenuto completamento.

Nel caso in cui l'ultimazione dei lavori non avvenga entro i termini stabiliti dagli atti contrattuali, ai sensi dell'art. 22, comma 1, del Cap. Gen. n. 145/00, verrà applicata la penale di cui all'art. 20 –Penali– del presente capitolato, per il maggior tempo impiegato dall'appaltatore nell'esecuzione dell'appalto.

L'appaltatore potrà chiedere, con istanza motivata, la disapplicazione parziale o totale della penale, nei casi di cui all'art. 22, comma 4, del Cap. Gen. n. 145/00.

Detto provvedimento potrà essere adottato non in base a criteri discrezionali, ma solo per motivi di natura giuridica che escludono la responsabilità della ditta. In ogni caso, per la graduazione della penale, dovrà essere valutato se quest'ultima è sproporzionata rispetto all'interesse della stazione appaltante.

L'appaltatore, nel caso di lavori non ultimati nel tempo prefissato e qualunque sia il maggior tempo impiegato, non ha facoltà di chiedere lo scioglimento del contratto e non ha diritto ad indennizzo alcuno qualora la causa del ritardo non sia imputabile alla stazione appaltante.

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorrerà il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cesserà con l'approvazione del collaudo finale da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti all'art. 16 – Collaudo– del presente capitolato.

#### **Art. 15 – PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI**

Ai sensi dell'art. 200 del Reg. n. 554/99, la stazione appaltante si riserva di prendere in consegna, parzialmente o totalmente, le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo ovvero, nel termine assegnato dalla direzione lavori di cui all'articolo precedente.

Qualora la Stazione appaltante si avvallesse di tale facoltà (comunicata all'appaltatore per iscritto), lo stesso appaltatore non potrà opporsi per alcun motivo, né potrà reclamare compensi di sorta.

Egli potrà però chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

La presa in consegna anticipata non inciderà sul giudizio definitivo emesso nei riguardi del lavoro e su tutte le relative questioni che potrebbero sorgere al riguardo e sulle eventuali e conseguenti responsabilità dell'appaltatore.

La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avverrà nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non potrà reclamare la consegna e sarà altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal precedente articolo.

#### **Art. 16 – COLLAUDO**

Ai sensi dell'art. 28, comma 1 della legge n. 109/94, le operazioni di collaudo e l'emissione del relativo certificato devono eseguirsi entro 6 (sei) mesi dall'ultimazione dei lavori, (eventualmente e solo per i lavori di cui all'art. 2 del Reg. n. 554/99, comma 1, lettere h) ed i))

Ai sensi dell'art. 192, comma 1, del Reg. n. 554/99, le operazioni di collaudo e l'emissione del relativo certificato dovranno essere eseguiti entro 12 (dodici) mesi dall'ultimazione dei lavori.

Ai sensi dell'art. 28, comma 3, della legge n. 109/94 e dell'art. 199, comma 3, del Reg. n. 554/99, il certificato di collaudo avrà inizialmente carattere provvisorio ed assumerà carattere definitivo solo decorsi 2 anni dalla sua emissione; decorso tale termine il collaudo si intenderà tacitamente approvato, ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro 2 mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Ai sensi dell'art. 192 del Reg. n. 554/99 e dell'art. 28, commi 9 e 10, della legge n. 109/94, e s.m. ed i., l'approvazione del collaudo non comporta lo scioglimento dell'appaltatore dal vincolo delle responsabilità concernenti eventuali difformità e vizi fino a quando lo stesso non diverrà definitivo.

L'appaltatore è, pertanto, tenuto, nei 2 (due) anni di cui al comma 2, alla garanzia per le difformità e i vizi dell'opera, indipendentemente dall'intervenuta liquidazione del saldo.

### **PARTE III-DISPOSIZIONI ECONOMICHE**

#### **Art. 17 – ANTICIPAZIONE**

Nei casi consentiti dalla legge la stazione appaltante erogherà all'appaltatore (entro 15 giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertata dal responsabile del procedimento) l'anticipazione sull'importo contrattuale pari al 5% dell'importo di contratto.

La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga la stazione appaltante alla corresponsione degli interessi corrispettivi secondo quanto previsto dall'art. 1282 del codice civile.

Nel caso in cui l'esecuzione dei lavori non proceda secondo i tempi contrattualmente previsti, l'anticipazione sarà revocata e sulle somme restituite saranno dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

L'erogazione dell'anticipazione risulterà in ogni caso subordinata alla costituzione di una garanzia fidejussoria, bancaria o assicurativa, di importo pari all'anticipazione stessa maggiorata del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione secondo il cronoprogramma dei lavori.



L'importo della detta garanzia sarà gradualmente ed automaticamente ridotto, nel corso dei lavori, in funzione del progressivo recupero dell'anticipazione da parte delle stazioni appaltanti.

#### **Art. 18 – PAGAMENTO IN ACCONTO**

L'appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera, mediante emissione di certificato di pagamento, ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli art. 41 –Lavori a misura–, art. 42 – Lavori a corpo– e art. 43 –Lavori in economia– del presente capitolato, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, un importo non inferiore a di € 50.000/00 (cinquantamila/00 Euro) entro i quarantacinque giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti, la D.L. dovrà redigere la relativa contabilità e il responsabile del procedimento emetterà, entro lo stesso termine, il conseguente certificato di pagamento che dovrà recare la dicitura

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% (art. 7 Cap. Gen. 145/00) da liquidarsi in sede di conto finale dopo l'approvazione del collaudo provvisorio.

La Stazione appaltante provvederà al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 (trenta) giorni, mediante emissione dell'apposito mandato di pagamento.

Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 (novanta) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, dovrà provvedere alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al primo comma.

Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il responsabile del procedimento provvederà a dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.

#### **Art. 19 – CONTO FINALE**

Ai sensi dell'art. 173 del Reg. n. 554/99, il conto finale dovrà essere compilato entro 90 (novanta) giorni a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori dal direttore dei lavori e trasmesso al responsabile del procedimento.

Il responsabile del procedimento sottoporrà il conto finale all'Appaltatore per la firma che dovrà essere effettuata entro 30 (trenta) giorni; nel caso in cui l'Appaltatore non firmasse il conto finale nel termine stabilito, o se lo sottoscrivesse senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale potrà essere ritenuto come da lui definitivamente accettato (art. 174, Reg. n. 554/99).

#### **Art. 20 – PROROGHE, SOSPENSIONI E PENALI**

Eventuali proroghe, richieste dall'Appaltatore potranno essere concesse dal Responsabile del procedimento solamente per cause indipendenti dalla volontà dell'Appaltatore e qualora questi dimostri di aver adottato tutte le misure possibili per una corretta esecuzione dei lavori nei termini assegnati.

Ai sensi dell'art. 133, comma 1, del Reg. n. 554/99, la D.L. d'ufficio ovvero su segnalazione dell'appaltatore potrà ordinare la sospensione dei lavori, redigendo apposito verbale, qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche od altre circostanze speciali impedissero in via temporanea l'esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori.

Tra le circostanze speciali rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 25, comma 1, lettere a), b), b-bis) e c), della legge n. 109/94, queste ultime due qualora dipendano da fatti non prevedibili al momento della conclusione del contratto.

Ai sensi dell'art. 133, comma 2, del Reg. n. 554/99, il responsabile unico del procedimento potrà ordinare la sospensione dei lavori per ragioni di pubblico interesse o necessità.

Il verbale di sospensione dovrà essere redatto in ogni caso dal direttore dei lavori con l'intervento dell'appaltatore o di un suo legale rappresentante.

Nell'ipotesi in cui l'appaltatore non si presenti alla redazione del verbale o ne rifiuti la sottoscrizione, ai sensi dall'art. 133, comma 8, Reg. n. 554/99, si procede a norma del successivo art. 165.

Nel verbale di sospensione, oltre alle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, dovrà essere indicato il loro stato di avanzamento, l'importo corrispondente ai lavori già eseguiti, le opere la cui esecuzione resta interrotta, le cautele adottate affinché alla ripresa i lavori possano essere realizzati senza

eccessivi oneri, la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.

L'indicazione dell'importo corrispondente ai lavori già eseguiti, ma non contabilizzati, sarà prevista in modo che, nel caso in cui la sospensione duri più di novanta giorni si possa disporre il pagamento degli importi maturati sino alla data di sospensione, ai sensi dell'art. 114, comma 3, Reg. n. 554/99.

Si applicano in ogni caso le disposizioni di cui all'art. 133 del Reg. n. 554/99 e agli articoli 24, 25 e 26 del Cap. Gen. n. 145/00.

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

I verbali di sospensione, redatti con adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori e controfirmati dall'appaltatore, dovranno pervenire al responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo dalla loro redazione e dovranno essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato. Nel caso di sospensioni illegittime l'Appaltatore avrà diritto ad un indennizzo.

Nei casi di inottemperanza dell'appaltatore alle disposizioni di cui all'art. 33 –Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera– del presente capitolato, la stazione appaltante potrà decidere di procedere all'applicazione di una penale secondo le modalità di cui al comma 2 del richiamato art. 33. La penale pecuniaria rimane stabilita nella misura dell'1‰ (uno per mille) per ogni giorno di ritardo.

L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non potrà superare il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'art. 119 del Reg. n. 554/99, in materia di risoluzione del contratto.

## **PARTE IV-DISPOSIZIONI DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 21 – VARIANTI**

La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio dovessero risultare opportune, senza che perciò l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dall'art. 25 della legge n. 109/94, dagli articoli 45, comma 8, 134 e 135 del Reg. n. 554/99, e dagli articoli 10 e 11 del Cap. Gen. n. 145/00.

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

Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si sentirà in diritto di opporre, dovrà essere presentato per iscritto alla D.L. prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione.

Non saranno 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.

Non sono considerati varianti (art. 25 comma 3 legge n. 109/94) gli interventi, disposti dalla D.L. per risolvere aspetti di dettaglio, 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 (come individuate nell'art. 2 del presente capo), e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono ammesse, nell'esclusivo interesse dell'amministrazione, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che 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 potrà superare il 5% (cinque per cento) dell'importo originario del contratto (art. 25, comma 3 legge n. 109/94) e dovrà trovare copertura nel quadro economico tra le somme a disposizione dell'amministrazione aggiudicatrice<sup>15</sup>. Sono altresì ammesse (art. 25, comma 1, legge 109/1994) le varianti dovute a:

- \_sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari;
- \_cause impreviste ed imprevedibili accertate nei modi stabiliti dal Regolamento;
- \_interventuta possibilità di utilizzare materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che, senza aumento di costi, comportino miglioramenti della qualità dell'opera;
- \_difficoltà di esecuzione derivanti da cause geologiche, idriche e simili;
- \_alla presenza di eventi, inerenti alla natura e specificità dei beni sui quali si interviene, verificatisi in corso d'opera, o di rinvenimenti imprevisti o non prevedibili nella fase progettuale, nonché per

adeguare l'impostazione progettuale qualora ciò sia reso necessario per la salvaguardia del bene e per il proseguimento degli obiettivi dell'intervento.

Non sussistono eventuali limiti di spesa alle varianti, salvo in caso di:

aumento che eccede il quinto dell'importo originario di contratto; in tal caso sarà preventivamente chiesto il consenso a procedere dell'appaltatore;

errore progettuale per cui la variante eccede il quinto dell'importo originario del contratto; detta circostanza è trattata all'art. 22 –Varianti per errori od omissioni progettuali– del presente capitolato.

utilizzo di materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che possono determinare, significativi miglioramenti nella qualità dell'opera o di sue parti senza alterare l'impostazione progettuale; in tal caso l'importo in aumento relativo a tali varianti dovrà trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera;

lavori disposti dalla D.L. per risolvere aspetti di dettaglio, non considerati peraltro varianti, e di varianti finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità; in tal caso vale quanto prescritto ai commi 4 e 5 del presente articolo.

In caso di variante la D.L. redigerà apposita perizia secondo le modalità stabilite dalla legislazione vigente in materia<sup>16</sup>. Relativamente al maggior importo dei lavori, verrà concordato, ove occorra, un nuovo termine per l'ultimazione dei lavori.

La stazione appaltante, durante l'esecuzione dei lavori, potrà ordinare alle stesse condizioni del contratto una diminuzione dei lavori nel limite di un quinto dell'importo di contratto e senza che nulla spetti all'appaltatore a titolo d'indennizzo (art. 12 Cap. Gen. 145/00).

## **Art. 22 – VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI**

Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, tali da pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, si rendano necessarie varianti eccedenti il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede, ai sensi dell'art. 25, comma 4 della legge n. 109/94, alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.

La risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario.

I titolari dell'incarico di restauro sono responsabili dei danni subiti dalla stazione appaltante; ai fini del presente articolo si considerano errore od omissione di progettazione, l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.

Per tutto quanto non espressamente dettagliato in merito alle varianti col presente ed il precedente articolo, si rimanda alla normativa in materia come richiamata al comma 1 dell'art. 22 –Varianti– del presente capitolato.

## **Art. 23 – PREZZI APPLICATI AI NUOVI MATERIALI E NUOVI PREZZI**

Le varianti dovranno essere valutate mediante l'applicazione dei prezzi contrattuali e, nel caso in cui l'elenco di progetto non li preveda, si procederà alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, coi criteri dettati dall'art. 136 del Reg. n. 554/99 ricavandoli mediante comparazione con quelli di fornitura, prestazioni e lavori simili già inclusi nel contratto o, nel caso in cui ciò non risultasse possibile, deducendoli totalmente o parzialmente da nuove analisi basate sui listini prezzi in vigore alla data dell'offerta, emessi da enti ed organizzazioni ufficialmente riconosciuti ed accettati dall'ente appaltante.

In assenza di listini, le analisi indirizzate alla formazione dei nuovi prezzi dovranno basarsi sui costi di mercato in contraddittorio. L'ente appaltante, potrà pertanto, riservarsi il diritto di indagini, verifiche ed accettazioni.

I lavori ordinati per scritto dalla D.L. ed eseguiti in aggiunta o variante a quelli previsti dal progetto verranno valutati con l'applicazione dei prezzi della lista delle categorie di lavoro allegata al contratto.

Nei casi in cui le opere prescritte non saranno previste nell'elenco di progetto, l'Appaltatore, prima della loro eventuale esecuzione, dovrà per tempo comunicare alla D.L. l'esigenza di ricorrere alla definizione di nuovi prezzi presentando, per questo, una richiesta scritta munita delle analisi e dei dati utili al fine della determinazione dei prezzi.

La D.L. non prenderà in considerazione richieste relative alla possibilità di concordare nuovi prezzi inerenti materiali o forniture già ordinati dall'Impresa e/o opere già in corso o concluse.

Nel caso di mancata formazione di nuovi prezzi, l'Appaltatore avrà, in ogni caso, l'obbligo di realizzare i lavori e le forniture prescritte dall'ente appaltante; in questo caso la D.L. avrà il compito di contabilizzare tali opere in relazione ai prezzi soggettivamente ritenuti giusti; in assenza di riserve da parte dell'Appaltatore negli atti contabili nei modi previsti dal regolamento di attuazione della legge 109/94, i prezzi s'intenderanno definitivamente accettati.

## **PARTE V-DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SUBAPPALTO E IN MATERIA DI SICUREZZA**

### **Art. 24 – RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SUBAPPALTO**

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

La D.L. e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'art. 5 del DLgs n. 494 del 1996, dovranno provvedere a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.

Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

### **Art. 25 – PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI E RITARDI NEI PAGAMENTI**

Se nel bando di gara l'amministrazione o l'ente appaltante dichiara che provvederà a corrispondere direttamente al subappaltatore l'importo dei lavori dagli stessi eseguiti, la Stazione appaltante dovrà provvedere a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori eseguiti dagli stessi; l'aggiudicatario sarà obbligato a comunicare tempestivamente alla stazione appaltante la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

Se al contrario nel bando l'amministrazione o l'ente appaltante dichiara che è fatto obbligo all'appaltatore provvedere ai suddetti pagamenti, e la stazione appaltante non provvedesse al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti, l'appaltatore sarà obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 (venti) 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.

In entrambi i casi, qualora l'ente appaltante imponesse all'appaltatore che nei contratti derivati siano rispettate le condizioni e i termini del contratto principale, l'applicabilità delle clausole dell'appalto principale al contratto di subappalto è automatica e gli eventuali interessi da ritardato pagamento del subappaltatore si calcolano secondo quanto disposto dagli articoli 29 e 30 del Cap. Gen. n. 145/00.

In caso contrario, si applica l'art. 6 del DLgs n. 231/2002, che prevede un termine di 30 (trenta) giorni per il pagamento.

### **Art. 26 – OBBLIGHI ED ONERI IN MATERIA DI SICUREZZA**

I lavori appaltati dovranno svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.

#### L'appaltatore,

essendo obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, dovrà predisporre, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate; non potrà iniziare, o continuare i lavori, qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

L'Appaltatore ha l'obbligo di osservare e di dare completa attuazione alle indicazioni contenute nel seguente Capitolato, nel piano di sicurezza e coordinamento e nel piano generale di sicurezza.

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà, quindi, redigere e consegnare all'Amministrazione:

*\_eventuali proposte integrative* del piano di sicurezza e di coordinamento e del piano generale di sicurezza quando questi ultimi siano previsti ai sensi del D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494;

*\_un piano di sicurezza sostitutivo* del piano di sicurezza e di coordinamento e del piano generale di sicurezza, quando questi ultimi non siano previsti ai sensi del D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494;

*\_un piano operativo di sicurezza*, per quanto attiene le 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 quando questi ultimi siano previsti ai sensi del D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494, ovvero del piano di sicurezza sostitutivo (art. 31, comma 1-bis, L. 109/1994).

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese per la redazione del piano di sicurezza del cantiere e il coordinamento insieme a quello di tutte le altre Imprese operanti in cantiere, a norma dell'art. 18 comma 8 L. 55/1990 e art. 31, comma 2, L. 109/1994, e quelle per l'approntamento di tutte le opere, i cartelli di segnalazione e le cautele necessarie a prevenire gli infortuni sul lavoro e a garantire la vita e l'incolumità del personale dipendente dall'Appaltatore, di eventuali subappaltatori e fornitori e del relativo personale dipendente, e del personale di direzione, sorveglianza e collaudo incaricato dall'Amministrazione, giusta le norme che qui si intendono integralmente richiamate, di cui ai D.P.R. 547/1955, D.P.R. 164/1956, D.P.R. 303/1956, D.P.R. 1124/1965, D.P.R. 524/1982, D.Lgs. 626/1994 e loro successive modificazioni ed integrazioni.

#### Il responsabile dei lavori

avrà l'obbligo di valutare la durata del lavoro o delle singole fasi di lavoro e degli uomini giorno richiesti per la realizzazione dell'opera; designare, se richiesto, contestualmente all'incarico di progettazione esecutiva dell'opera il coordinamento per la progettazione, verificandone preventivamente i requisiti richiesti per legge; designare prima dell'affidamento dei lavori il coordinamento per l'esecuzione dei lavori, verificandone preventivamente i requisiti richiesti per legge.

Sarà inoltre tenuto a valutare il piano di sicurezza e coordinamento, il piano generale di sicurezza e il fascicolo, provvedere a comunicare all'Impresa appaltatrice i nominativi dei coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori e a sostituire, nei casi in cui lo ritenga necessario, i coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori con altri in possesso dei requisiti per legge.

Dovrà anche chiedere all'Appaltatore di attestare l'iscrizione alla Camera di Commercio, Industria e Artigianato nonché richiedergli una dichiarazione contenente l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la regolarità contributiva nei confronti degli enti assicurativi e previdenziale;

Prima dell'inizio dei lavori, dovrà trasmettere all'organo di vigilanza territorialmente competente la notifica preliminare.

Infine, sarà tenuto a verificare l'operato dei coordinatori allo scopo di stabilire che gli stessi adempiano agli obblighi posti a loro carico dalla legge.

#### Il Direttore Tecnico di cantiere

dovrà gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori, osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere le prestazioni contenute nei piani per la sicurezza e nel presente Capitolato e le indicazioni ricevute dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori, nonché allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psicofisiche non idonee o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione e vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate.

L'appaltatore resta in ogni caso responsabile dei danni cagionati dall'inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti.

#### l'impresa esecutrice (o le imprese esecutrici)

sarà obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore:

*\_la propria idoneità tecnico-professionale*, inclusa quella dei lavoratori autonomi in relazione ai lavori da affidare, anche attraverso l'iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato;

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

#### I lavoratori dipendenti del cantiere

sono tenuti ad osservare *i regolamenti* in vigore in cantiere; *le norme antinfortunistiche* proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere; le *indicazioni* contenute nei piani di sicurezza e quelle fornite dal Direttore Tecnico di cantiere, in materia di prevenzione degli infortuni.

Il piano sostitutivo di sicurezza ed il piano operativo di sicurezza formeranno parte integrante del contratto di appalto.

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

### **Art. 27 – SOSPENSIONE DEI LAVORI PER MANCANZA DEI REQUISITI DI SICUREZZA**

In caso di pericolo grave ed imminente per i lavoratori, il coordinatore per l'esecuzione provvederà a sospendere i lavori, disponendone la ripresa solo quando sia avvenuta la comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle Imprese interessate.

Il coordinatore per l'esecuzione deve, in caso di sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato, comunicare per iscritto al Committente ovvero al responsabile dei lavori e al Direttore Lavori, la data di decorrenza della sospensione e la motivazione.

Successivamente dovrà comunicare, sempre per iscritto, al Committente, ovvero al responsabile dei lavori, la data di ripresa dei lavori.

La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanze dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

### **Art. 28 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI SICUREZZA**

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

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e condizioni dei lavori.

La realizzazione e l'utilizzo delle opere relative alle attrezzature e alle procedure esecutive al presente Capitolato dovranno essere conformi alle presenti norme di cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo:

- \_D.P.R. 547/55 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- \_D.P.R. 164/56 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni;
- \_D.P.R. 303/56 Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali;
- \_D.P.R. 303/56 Norme generali per l'igiene del lavoro;
- \_D.P.R. 1124/1965;
- \_D.Lgs. 277/91 Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE, 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro;
- \_D.Lgs. 626/94 Attuazione delle direttive 89/39/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/279/CEE e 90/679/CEE;
- \_D.Lgs. 493/96 Attuazione della direttiva 92/88/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- \_D.P.R. 459/96 Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine;
- \_D.Lgs. 475/92 Attuazione della direttiva 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale;
- \_Legge 46/90 Norme per la sicurezza degli impianti (e relativo Regolamento di applicazione);
- \_Art. 2087 c.c. relativo alla tutela delle condizioni di lavoro;
- \_normativa tecnica di riferimento UNI, ISO, DIN, ISPESL, CEI, ecc.;
- \_prescrizioni dell'Asl e dell'Ispettorato del Lavoro.

## **PARTE VI-OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE**

### **Art. 29 – ECCEZIONI DELL'APPALTATORE**

Nel caso in cui l'Appaltatore ritenga che quanto disposto e prescritto dalla D.L. sia non conforme ai patti contrattuali o le modalità e gli oneri, connessi all'esecuzione dei lavori risultino più gravosi di quelli prescritti dal presente capitolato speciale di appalto per cui si renderà necessario concordare nuovi prezzi o il pagamento di un particolare compenso dovrà, prima di eseguire l'ordine di servizio disposto per i lavori in questione, far presente le proprie riserve seguendo quanto previsto dalla vigente normativa.

Resta bene inteso che le eventuali richieste postume non saranno accolte così come eventuali riserve non avranno alcun effetto.

### **Art. 30 – ELENCO DEGLI ADDETTI DA IMPIEGARE PER OPERE SPECIALISTICHE**

Nei casi in cui l'appalto riguardi, nella sua totalità o anche solo in parte, opere specialistiche indirizzate a beni immobili di particolare e riconosciuto valore storico posti sotto tutela, l'appaltatore dovrà fornire, previa richiesta della stazione appaltante, l'elenco completo dei prestatori d'opera, dei tecnici e dei consulenti prescelti a cui affidare l'esecuzione dei lavori, correlato da relativa documentazione inerente le specifiche competenze professionali.

L'affidamento dei lavori dipenderà dall'accettazione delle maestranze, sia da parte della stazione appaltante che dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

L'appaltatore, in corso d'opera, potrà sostituire gli addetti solo dietro specifica autorizzazione della stazione appaltante.

### **Art. 31 – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

L'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non pregiudichi la buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

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

L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione delle opere, in armonia col programma di cui all'art. 42 del Reg. n. 554/99.

### **Art. 32 – CONTRATTI COLLETTIVI E PRESCRIZIONI SULLA MANODOPERA**

Ai sensi dell'art. 7 del Cap. Gen. n. 145/00, l'appaltatore sarà tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia nonché, eventualmente, quelli entrati in vigore nel corso dei lavori, e in particolare, nell'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto, sarà tenuto ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori.

I suddetti obblighi lo vincoleranno anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica.

Sarà inoltre responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esimerà l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante; nonché obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

Ai sensi dell'art. 13, comma 1, del Cap. Gen. n. 145/00, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici (15) giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la stazione

appaltante potrà pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si impegnerà ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgeranno i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non risulti aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'impresa sarà responsabile, in rapporto alla stazione appaltante, dell'osservanza delle norme, specificate, da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esimerà l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese sia per la fornitura di materiali, che per quella, anche in opera, di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

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

Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro, non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

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

### **Art. 33 – OBBLIGHI PARTICOLARI A CARICO DELL'APPALTATORE**

L'appaltatore è obbligato ad:

intervenire alle misure, le quali potranno comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti (art. 160, comma 2, Reg. n. 554/99);

firmare i libretti delle misure, i brogliacci, le liste settimanali e gli eventuali disegni integrativi a lui sottoposti dal direttore dei lavori (artt. 156 e 160 Reg. n. 554/99);

consegnare alla D.L., con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal capitolato Speciale d'Appalto e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificheranno mediante fattura (art. 161, comma 2, Reg. n. 554/99);

consegnare alla D.L. le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, incluse le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori (art. 162, comma 2, Reg. n. 554/99).

L'appaltatore sarà altresì obbligato a produrre alla D.L. adeguata documentazione fotografica, in relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione, o comunque su richiesta della D.L., che dovrà essere a colori e in formati riproducibili agevolmente e tale da recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.

Sarà sempre a cura e a carico dell'appaltatore installazione di un apposito cartello (dimensioni minime 100 cm di base e 200 di altezza) conforme, per colore, disegno e dati contenuti, all'eventuale modello predisposto dalla stazione appaltante, che dovrà essere mantenuto durante tutto il periodo di esecuzione dei lavori, nonché, senza alcun diritto di rivalsa, tutte le spese di bollo (comprese quelle inerenti gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione) e registro, della copia del contratto, dei documenti e dei disegni di progetto (art. 8, comma 1, del Cap. Gen. n. 145/00; art. 112, comma 1, Reg. n. 554/99)

Il presente contratto sarà soggetto all'imposta sul valore aggiunto (IVA); l'IVA è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato Speciale d'Appalto si intendono IVA esclusa.



#### **Art. 34 – CUSTODIA DEL CANTIERE**

Ai sensi dell'art. 52 del Cap. Gen. n. 145/00, è a carico e a cura dell'appaltatore la guardia e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso contenuti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante e delle piantagioni che saranno consegnate all'Appaltatore.

Questo dovrà essere applicato anche durante i periodi di sospensione e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della stazione appaltante.

#### **Art. 35 – PIANO DI QUALITÀ**

Per la redazione del piano di qualità, l'Appaltatore potrà avvalersi delle indicazioni della norma UNI ISO 10005:1996.

In presenza di interventi di particolare complessità (ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera h e art. 45, commi 4 e 5 del Reg. 554/99) dovrà essere obbligo dell'Appaltatore redigere un "Piano di Qualità di costruzione e di installazione", che dovrà essere approvato dalla D.L.

In questi casi sarà obbligo suddividere tutte le lavorazioni previste nelle tre classi di importanza: critica, importante e comune.

#### **Art. 36 – ACCERTAMENTO DI DANNI DA FORZA MAGGIORE**

I danni di forza maggiore (ossia quelli provocati alle opere da eventi imprevedibili o eccezionali e nei confronti dei quali l'appaltatore non ha trascurato le ordinarie precauzioni) dovranno essere denunciati dall'Appaltatore per iscritto, a pena di decadenza, entro il termine di 5 (cinque) giorni dalla data di avvenuta calamità (art. 20, comma 1, Cap. Gen. 145/00) e accertati in contraddittorio dalla D.L. che dovrà redigere apposito verbale.

Resta escluso qualsivoglia risarcimento per perdite o danneggiamento di materiali non ancora posti in opera o di opere non ancora completamente terminate.

Nessun risarcimento sarà elargito nel caso in cui il danno sia riconducibile all'incuria dell'Appaltatore che in ogni caso, ha il compito di predisporre tutte le precauzioni necessarie onde evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose (art. 20, comma, 3 Cap. Gen. 145/00).

#### **Art. 37 – RESPONSABILITÀ ED OBBLIGHI IN CASO DI ACCERTAMENTO DI DIFETTI DI COSTRUZIONE**

L'Appaltatore, ai sensi del comma 10 dell'art. 28 della L. n. 109/94 risponde dei vizi e difetto dell'opera ancorché riconoscibili, purché denunciati prima che il collaudo assuma carattere definitivo.

Nel caso di accertamento di vizi o difetto dell'opera, l'Appaltatore verrà avvisato dal Responsabile del Procedimento con raccomandata con ricevuta di ritorno che costituirà, ai sensi del predetto comma 10 art. 28 L. n. 109/94, denuncia del vizio o difetto.

Previo accertamento in contraddittorio, l'appaltatore, tramite fax, comunicherà al Responsabile del Procedimento la data in cui è disponibile per effettuare tale accertamento, che dovrà comunque effettuarsi entro 7 (sette) giorni dal ricevimento della denuncia.

Il Responsabile del Procedimento, sentito il Direttore dei Lavori ed il Collaudatore, stabilirà un termine entro il quale l'appaltatore dovrà provvedere a ripristinare ed eliminare i vizi e i difetti così riscontrati.

All'atto dell'accertamento, cui dovranno partecipare pure il Direttore dei Lavori ed il Collaudatore, potranno essere contestati ulteriori vizi e difetti, eventualmente riscontrati sul momento.

#### **Art. 38 – CAUZIONE DEFINITIVA ED ALTRE GARANZIE**

La cauzione definitiva dovrà essere costituita secondo quanto stabilito al comma 2 dell'art. 30 della L. 109/94 e potrà essere sostituita con una fidejussione bancaria o polizza assicurativa, rilasciate da soggetti in possesso dei requisiti di cui all'art. 107 del Regolamento, le stesse, ai sensi del comma 2bis della L. 109/94, dovranno 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.

Resta convenuto che la cauzione rimarrà in tutto od in parte vincolata, a garanzia dei diritti dei creditori che abbiano tempestivamente attivato i rituali atti impeditivi a seguito degli avvisi di cui all'art. 189

del Regolamento, qualora la rata di saldo dovuta all'Appaltatore non sia all'uopo sufficiente, a giudizio dell'Amministrazione.

L'Appaltatore dovrà altresì stipulare una polizza di assicurazione ai sensi dell'art. 103 del Regolamento, detta assicurazione, che dovrà farsi con polizza intestata all'Amministrazione, dovrà essere trasmessa al responsabile del Procedimento almeno 10 (dieci) giorni prima della consegna dei lavori.

Qualora l'importo dell'appalto superi gli ammontari stabiliti con decreto Ministeriale ai sensi del comma 4 dell'art. 30 della L. n.109/94, l'Appaltatore dovrà stipulare una polizza di assicurazione nei modi e termini di cui all'art. 104 del Regolamento.

### **Art. 30 – PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE**

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni possono restare in proprietà dell'Amministrazione (ai sensi del comma 1 dell'art. 36 del Cap. Gen. n. 145/00), oppure essere ceduti all'Appaltatore (ai sensi del comma 3 dell'art. 36 del Cap. Gen. n. 145/00)

Nel primo caso i materiali provenienti da scavi e demolizioni, di proprietà dell'Amministrazione, ai sensi dell'art. 36, comma 2, del Cap. Gen. n. 145/00, saranno trasportati e regolarmente accatastati dall'appaltatore. L'appaltatore s'intende compensato di detta operazione coi prezzi degli scavi e delle demolizioni.

Nel secondo caso, invece, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito sarà dedotto dall'importo netto dei lavori salvo che la deduzione non sia già stata fatta nella determinazione dei prezzi.

### **Art. 40 – PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI RINVENUTI**

Tutti gli oggetti mobili ed immobili di valore storico, archeologico, artistico inclusi i frammenti, rinvenuti casualmente durante la realizzazione delle lavorazioni previste, dovranno essere consegnati dall'appaltatore alla stazione appaltante.

L'appaltatore dovrà tempestivamente informare la D.L. e allo stesso tempo, in funzione di quanto espressamente autorizzato dalla stessa D.L. e dagli organi preposti alla tutela dei beni storici-architettonici ed archeologici, depositare gli oggetti mobili in idonei locali, provvedendo all'adeguata protezione di quanto non risulterà possibile rimuovere.

L'appaltatore dovrà inoltre segnalare, in tempi brevi, la presenza di eventuali modanature, affreschi, decorazioni, pitturazioni, pavimentazioni, rinvenute durante i lavori di restauro e la demolizione o rimozione di solai, pareti, intonaci ecc.

L'Amministrazione provvederà al rimborso di tutte le spese espressamente ordinate e sostenute dall'Appaltatore per attuare le operazioni speciali che siano finalizzate alla conservazione dei reperti, e per la cui esecuzione sia stato, eventualmente, necessario l'intervento di maestranze altamente specializzate (art. 35 Cap. Gen. n. 145/00).

Per quanto concerne rinvenimenti in corso d'opera di cadaveri, tombe, sepolcri e scheletri umani, l'impresa dovrà immediatamente comunicarli alla D.L. e alle forze di pubblica sicurezza; lo stesso vale in caso di ritrovamenti di ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi natura.

L'appaltatore non potrà alterare quanto ritrovato né demolirlo né rimuoverlo senza specifica autorizzazione della stazione appaltante.

## **PARTE VII-MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 41 – LAVORI A MISURA**

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.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari.

Non saranno, in ogni caso, riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere che non siano rispondenti ai disegni di progetto, se non saranno stati preventivamente autorizzati dalla D.L.

Gli eventuali oneri per la sicurezza, individuati a misura, dovranno essere valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco.

## **Art. 42 – LAVORI A CORPO**

Il corrispettivo per il lavoro a corpo, per il quale si intende 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, e la cui valutazione dovrà essere effettuata secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale, 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.

Nessun compenso potrà, quindi, essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa.

La stessa norma vale per lavori, forniture e prestazioni, tecnicamente e intrinsecamente, indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo la regola dell'arte.

La contabilizzazione dei lavori a corpo dovrà essere effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro, indicate e descritte nel presente Capitolato Speciale, per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione.

Gli oneri per la sicurezza, per la parte eseguita a corpo, saranno 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.

## **Art. 43 – LAVORI IN ECONOMIA**

La contabilizzazione dei lavori in economia dovrà essere effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'art. 153 del Reg. n. 554/99.

Gli oneri per la sicurezza, per la parte eseguita in economia, saranno contabilizzati separatamente con gli stessi criteri. I lavori in economia saranno eseguiti:

*\_in amministrazione diretta o per cottimi*, se la spesa complessiva risulterà inferiore a 50.000 euro (art. 143, comma 1, Reg. n. 554/99);

*\_per cottimi*, se la spesa complessiva risulterà superiore a 50.000 euro (art. 144 del Reg. n. 554/99); in tal caso l'affidamento dovrà essere preceduto da una indagine di mercato fra almeno cinque imprese, che avverrà con la procedura prevista per le gare informali (art. 78 Reg. n. 554/99).

*\_con affidamento diretto a ditta di propria fiducia*, senza cioè che venga predisposta neanche una gara informale, se la spesa complessiva è inferiore a 20.000 euro.

## **Art. 44 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### Scavi in genere

In aggiunta ai particolari obblighi emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che dovrà affrontare:

*\_per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;*

*\_per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;*

*\_per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;*

*\_per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;*

*\_per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi genere ed entità, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato compresi, le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;*

*\_per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc.;*

*\_per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.*

Il volume degli *scavi di sbancamento* dovrà essere determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

#### Rilevati e rinterri

Il volume dei rilevati o rinterri dovrà essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a m<sup>3</sup> per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### Riempimento con misto granulare a secco

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi e vespai in genere sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo misurato in opera.

#### Palificazioni

Il diametro (o la sezione) dei pali dovrà essere computato nel mezzo della loro lunghezza; per i pali lignei la misurazione avverrà previa operazione di scoratura.

La lunghezza di infissione si otterrà dalla differenza tra la lunghezza complessiva del palo, prima della messa in opera, e la lunghezza della parte affiorante dal terreno, dopo l'infissione.

Per gli elementi in legno, sarà compreso nel prezzo la lavorazione della punta del palo e la messa in opera della puntazza, escluso il costo del ferro.

#### Paratie di calcestruzzo armato

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

Il prezzo comprenderà tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida, nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

#### Paratie e casseri in legname

Saranno calcolate in riferimento alla loro superficie effettiva; nel relativo prezzo di elenco si intenderà remunerata ogni fornitura necessaria di legname, ferramenta, ogni sfrido, nonché ogni spesa per la lavorazione, la messa in opera e quanto altro occorra per fornire le opere complete e finite a regola d'arte.

#### Rimozioni e demolizioni

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

##### *Demolizione di murature:*

verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m<sup>2</sup>, verranno sottratti.

Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m<sup>2</sup>, ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

L'appaltatore potrà reimpiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

##### *Demolizione di tramezzi:*

dovrà essere valutata secondo l'effettiva superficie (m<sup>2</sup>) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m<sup>2</sup>.

##### *Demolizione di intonaci e rivestimenti:*

la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m<sup>2</sup>) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m<sup>2</sup>, misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

#### *Demolizione di pavimenti:*

dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere dell'eventuale demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

#### *Rimozione e/o demolizione dei solai:*

questa operazione dovrà essere valutata a superficie ( $m^2$ ) in base alle luci nette delle strutture. Nel prezzo delle rimozioni e/o demolizioni dei solai saranno comprese:

\_la demolizione del tavolato con sovrastante cretonato o sottofondo e dell'eventuale soffitto su arellato o rete, se si tratta di struttura portante in legno;

\_la demolizione completa del soffitto e del pavimento, salvo che non risulti prescritta e compensata a parte la rimozione accurata del pavimento, se si tratta di struttura portante in ferro;

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

#### *Rimozione della grossa orditura del tetto:*

dovrà essere computata al metro quadrato misurando geometricamente la superficie delle falde del tetto senza detrarre eventuali fori.

Nel caso in cui la rimozione interessi singoli elementi o parti della grossa orditura, verrà computata solamente la parte interessata; nel prezzo dovrà essere compensato anche l'onere della rimozione di eventuali dormienti.

#### Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, dovranno essere misurate geometricamente, a volume od a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul vivo, ovvero escludendo gli intonaci.

Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a  $1,00 m^2$  e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a  $0,25 m^2$ , in quest'ultimo caso rimarrà all'Appaltatore l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto.

Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

I prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, s'intenderanno comprensivi di rinzafo delle facce visibili dei muri.

Il rinzafo, che dovrà essere sempre eseguito, sarà compreso nel prezzo unitario, anche nel caso di muri che dovranno essere poi caricati a terrapieni; per questi ultimi dovrà, inoltre, essere compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque, ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

I prezzi della muratura di qualsiasi specie si intenderanno comprensivi di ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Le murature, qualunque sia la loro curvatura in pianta o in sezione, anche se costruite sotto raggio, non potranno essere comprese nella categoria delle volte; dovranno essere pertanto, valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcuna maggiorazione di compenso.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, dovranno essere valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata dovrà essere considerata della stessa natura della muratura.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio dovranno essere misurate a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a  $1 m^2$ , intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la D.L. ritenga opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Le volte, gli archi e le piattabande, in conci di pietra o mattone in spessore superiore ad una testa dovranno essere pagati a volume ( $m^3$ ) e, a secondo del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, con i prezzi di elenco con i quali si intendono remunerate tutte le forniture, e le lavorazioni per fornire la struttura voltata finita con tutti i giunti delle facce viste frontali e dell'intradosso profilati e stuccati.

Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni in foglio o ad una testa dovranno essere liquidate a superficie ( $m^2$ ), come le analoghe murature.

#### Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio da pagarsi a volume dovrà essere sempre valutata al metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo.

Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie ( $m^2$ ), dovranno essere valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre, di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

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

#### Paramenti in faccia-vista

I prezzi stabiliti per le lavorazioni faccia a vista, da pagare separatamente dalle murature, comprendono il compenso per i piani di posa e di connessura, per la lavorazione faccia vista e qualunque altro eventuale costo del pietrame di rivestimento allorché questo sia previsto di qualità e provenienza differente da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine in mattoni verrà eseguita per la loro superficie effettiva ( $m^2$ ), dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale.

#### Centinature delle volte

Nel caso in cui dovessero essere liquidate separatamente dalle volte, i prezzi stabiliti in elenco per le centinature, dovranno contenere anche la spesa relativa all'armatura, ai castelli o mensole di appoggio, nonché quella per la rimozione delle centinature relative ai sostegni.

Qualunque sia la foggia, l'apparecchio e lo spessore della volta, sia essa costruita in mattoni o in materiale lapideo ovvero in cls, le centinature dovranno essere pagate al metro quadro di superficie d'intradosso delle volte stesse.

#### Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, dovranno essere in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa, quindi, ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intenderanno compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

#### Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando si tratta di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione dovrà essere effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e il relativo prezzo dovrà intendersi comprensivo, oltre che del costo dell'armatura metallica, di tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempre che non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, dovranno essere computati separatamente con i relativi prezzi di elenco.

Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato saranno inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo (nonché la rete elettrosaldata) sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo, oltre alla lavorazione e allo sfrido, sarà compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

#### Solai (orizzontamenti)

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) dovranno essere valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, dovrà invece essere pagato al metro quadrato di superficie netta misurato al rustico delle murature perimetrali (ovvero all'interno di

eventuali cordoli e/o travi di calcestruzzo), esclusi, quindi, la presa e l'appoggio sulle murature portanti o cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo.

Nei prezzi dei solai in genere risulterà compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Nel prezzo dei solai misti in cemento armato e laterizio, o tipo prefabbricato (anche predalles) saranno escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, sarà, al contrario, compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo al metro quadrato dei solai suddetti verrà applicato senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio viene sostituito da calcestruzzo; in questo caso però dovranno essere pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con profilati in ferro e voltine od elementi in laterizio (tavelle, tavelloni, volterrane ecc.) dovrà essere inclusa l'incombenza per ogni armatura provvisoria per il rinfianco, nonché per ogni opera e materiale necessario per fornire il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco intradossale; resteranno esclusi i profilati di ferro che dovranno essere pagati a parte (vedi lavori in metallo).

Nel prezzo dei solai lignei resta fuori il legname per le travi principali che dovrà essere liquidato a parte, sarà invece compreso ogni onere per fornire il solaio completo e finito a regola d'arte.

#### Coperture a falda (solai inclinati)

I solai inclinati, ossia le coperture in genere, dovranno essere computati al metro quadrato, determinando le dimensioni della proiezione orizzontale della superficie delle falde del tetto, senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari o ad altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m<sup>2</sup>; in questo caso dovranno essere sottratti per intero. Non dovranno essere considerate sovrapposizioni ed adiacenze dei giunti.

Nel prezzo delle coperture saranno compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione salvo la grossa armatura (capriate, puntoni, arcarecci, terzere, colmi ecc.), l'isolamento termico, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte.

#### Manto di copertura

Il manto di copertura dovrà essere computato al metro quadrato, misurando geometricamente le superfici delle falde del tetto, senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari ed altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m<sup>2</sup>; in questo caso dovranno essere sottratti per intero.

Le eventuali lastre di piombo, zinco o ferro messe in opera sulla copertura per i compluvi ovvero all'estremità delle falde, intorno ai lucernari, agli abbaini, ai comignoli ecc., saranno pagate a parte coi prezzi fissati in elenco per questi materiali.

#### Controsoffitti

I controsoffitti piani dovranno essere pagati in base alla superficie (m<sup>2</sup>) della loro proiezione orizzontale; nel prezzo, sarà compreso e compensato anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi. I controsoffitti a finta volta, di qualsiasi forma e monta, saranno valutati per una volta e mezzo la superficie della loro proiezione orizzontale.

Nel prezzo dei controsoffitti saranno comprese e compensate tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per realizzare le strutture finite in opera, così come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, risulterà esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

#### Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera, come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione.

La valutazione dovrà essere effettuata al metro cubo di materiali in opera, se si tratterà di vespai di ciottoli o pietrame; in metri quadrati di superficie dell'ambiente, se si tratterà di vespai in laterizio (gattaiolati).

#### Massetti

L'esecuzione di massetti in calce idraulica naturale o cemento a vista, ovvero massetti di sottofondo normali o speciali (alleggeriti, strutturali ecc.), dovrà essere computata, secondo i metri cubi effettivamente realizzati e computati a lavoro eseguito.

Il prezzo comprenderà il conglomerato, le sponde per il contenimento del getto, l'eventuale rete elettrosaldata prescritta, la preparazione e compattazione delle superfici sottostanti, la lisciatura finale con mezzi meccanici, la creazione di giunti nonché tutte le lavorazioni necessarie per l'esecuzione dei lavori richiesti.

#### Pavimenti

I pavimenti, indipendentemente dalla tipologia, dovranno essere valutati per la superficie ( $m^2$ ) vista tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misura non comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprenderanno l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, escluso il sottofondo che verrà invece pagato a parte, per il suo volume effettivo ( $m^3$ ) in opera, in base al corrispondente prezzo di elenco.

Ogni prezzo relativo ai pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intenderà compreso degli oneri, delle opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque sia l'entità delle opere stesse.

#### Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico dovranno essere misurati per la superficie effettiva ( $m^2$ ) qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire.

Nel prezzo al metro quadrato saranno comprese e computate nella misurazione la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli ecc., nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti, la fornitura di collante per rivestimenti ed infine la pulizia da eseguirsi dopo la sigillatura dei giunti.

#### Posa in opera dei marmi, pietre naturali ed artificiali

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici ovvero ai volumi effettivi, dei materiali in opera, determinati con i criteri descritti per le "murature in pietra da taglio".

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intenderà compreso nei prezzi.

Nello specifico detti prezzi, comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la relativa provvisoria protezione, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chavettes, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera.

Resteranno escluse, dal suddetto prezzo, le prestazioni dello scalpellino e del marmista per gli eventuali ritocchi agli elementi da montare allorché le pietre e/o i marmi non fossero forniti dall'appaltatore stesso.

I prezzi di elenco risultano comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Il prezzo previsto per la suddetta posa in opera dei marmi e pietre, anche se la fornitura sarà affidata all'Appaltatore, comprenderà altresì l'onere dell'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, a prescindere dall'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'Appaltatore dalla stazione appaltante, compreso ogni eventuale onere per spostamento di ponteggi e di apparecchiature di sollevamento.

#### Intonaci

I prezzi degli intonaci dovranno essere applicati alla superficie effettivamente intonacata, procedendo, quindi, alla detrazione delle aperture per porte e finestre superiori a  $1 m^2$ , senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene, cornici, parapetti, architravi ecc.; tali superfici laterali, sia piane che curve, dovranno essere valutate solo quando la loro larghezza supera i 5 cm.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, risulterà compresa nel prezzo; anche in questo caso gli intonaci verranno misurati alla stregua degli spigoli vivi.



Il prezzo degli intonaci comprenderà l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

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

Gli intonaci interni sui muri di spessore superiore a 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate; tuttavia, per i vani di superficie superiore a 4 m<sup>2</sup>, dovranno essere detratti i vuoti e le zone mancanti 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.

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

Nessun compenso speciale sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

L'intonaco dei pozzetti di ispezione delle fognature dovrà essere computato per la superficie di pareti senza detrarre la superficie di sbocco delle fogne, in compenso delle profilature e dell'intonaco sulle grossezze dei muri.

#### Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere risulteranno compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno, di norma, misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci. L'esecuzione di coloritura o verniciatura degli infissi dovrà ottemperare alle seguenti norme:

*\_le porte, bussole e simili, (x 2)* dovranno essere computate due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se presenti, non detraendo l'eventuale superficie del vetro. Così facendo, risulterà compresa anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassonetto tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, sempre per tramezzi.

La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

*\_le finestre senza persiane, (x 3)* ma con controportelli, dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compensata anche la coloritura dei controportelli e del telaio (o cassettoni);

*\_le finestre senza persiane e senza controportelli, (x 1)* dovranno essere computate una volta sola la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura della soglia e del telaio (o cassettoni);

*\_le persiane comuni, (x 3)* dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio;

*\_le persiane avvolgibili, (x 2,50)* dovranno essere computate due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio ed apparecchio a sporgere, ad eccezione del pagamento della coloritura del cassonetto coprirullo, che dovrà essere fatta a parte;

*\_il cassettoni completo tipo romano, (x 6)* ovvero con controportelli e persiane, montati su cassettoni, dovrà essere computato sei volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del cassettoni e della soglia;

*\_le opere in ferro semplici e senza ornati, (x 0,75)* quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi per vetrine di negozi, dovranno essere computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, in questo modo potrà essere ritenuta compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

*\_le opere in ferro di tipo normale a disegno, (x 1)* quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, dovranno essere computate una volta per l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

*\_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, dovranno essere computate una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;

*\_le serrande da bottega, (x 3)* in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, dovranno essere computate due volte e mezzo la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura

della serranda, in questo modo risulterà compensata anche la coloritura della superficie non in vista;

i radiatori dei termosifoni dovranno essere pagati ad elemento, indipendentemente dal numero delle colonne di ogni elemento e dalla loro altezza.

Tutte le coloriture o verniciature s'intenderanno eseguite su ambo le facce con i rispettivi prezzi di elenco; inoltre si intenderà compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

#### Apparati decorativi

Per gli apparati decorativi, trattandosi di interventi specialistici che interesseranno il reale sviluppo superficiale del manufatto, andranno esclusi i sistemi di misurazione che implicheranno proiezioni in piano o valutazioni vuoto per pieno. Si procederà, pertanto come di seguito specificato:

manufatti da valutare a corpo:

tutti quei manufatti complessi, costituiti da materiali di natura diversa, di dimensioni ridotte, di forma complessa o che presentino finiture particolarmente e finemente lavorate;

manufatti da valutare a misura:

secondo le seguenti prescrizioni:

Cornici, fasce, mostre modanature, balaustre di altari per manufatti di fattura complessa e fortemente lavorati dovrà essere calcolata 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 per la lunghezza della loro membratura più sporgente.

Il prezzo dovrà comprendere il compenso per la lavorazione degli spigoli.

A compenso della maggiore forma dei risalti, la misura di lunghezza verrà aumentata di 0,40 m per ogni risalto. Saranno considerati risalti quelli determinati da lesene, pilastri e linee di distacco architettonico che impongano un doppio profilo.

Bugnati, anteridi e cassettoni: i bugnati e le anteridi comunque gettati, ed i cassettonati, qualunque sia la loro profondità, verranno misurati secondo la loro proiezione su di un piano parallelo al paramento di fondo, senza tenere conto dell'incremento di superficie prodotto dall'aggetto delle bugne ovvero dei cassettoni.

I prezzi dei bugnati resteranno validi ed immutabili qualunque sia la grandezza, la configurazione delle bozze e la loro disposizione in serie (continua o discontinua).

Sculture a tutto tondo: per le sculture a tutto tondo dovrà essere misurata la superficie laterale del cilindro medio circoscrivibile incrementato del 20% per sculture di decoro semplice, del 40% per sculture di decoro complesso.

Il cilindro medio dovrà essere misurato rilevando la circonferenza in almeno quattro punti significativi, escludendo quelle minime (collo, caviglia, polso ecc.).

Le parti molto aggettanti non dovranno essere incluse nel cilindro medio, ma calcolate con gli stessi criteri e ad esso sommate. Nel caso di sculture cave, la valutazione sarà da esprimersi a corpo.

Rilievi, fregi: il manufatto andrà inquadrato in una o più forme geometriche piane e regolari. Lo sviluppo della superficie sarà incrementato del 20% per bassorilievi, del 40% per rilievi medi, del 60% 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%.

Dipinti: se non riconducibili in forme geometriche semplici e di facile valutazione si dovrà ricorrere al calcolo della loro superficie effettiva con le formule più idonee della geometria.

Manufatti archeologici: i manufatti (sia oggetti integri sia frammenti) riconducibili a semplici forme geometriche, saranno inquadrati nella suddetta forma di riferimento.

Per tutti gli altri manufatti, la superficie verrà computata moltiplicando lo sviluppo del loro profilo per la circonferenza del minimo cilindro circoscrivibile.

Gli elementi applicati dovranno essere valutati con gli stessi criteri e sommati.

Il computo metrico dovrà comprendere anche la misura della superficie interna misurabile.

Nel prezzo di tutte le decorazioni dovrà essere compreso l'onere per l'ossatura (nei casi in cui gli elementi non superino l'aggetto di 5 cm), per l'abbozzatura dei bugnati, per l'arricciatura della malta, per l'intonaco di stucco perfettamente profilato ed eventualmente levigato, per le modine, i calchi, le forme, per l'esecuzione dei campioni-modello nonché tutto quanto occorra a condurre le opere in stucco perfettamente a termine.

Per lavorazioni particolarmente disagiati potranno essere valutati i seguenti incrementi:

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).

Ambienti disagiati (ad es., ipogei, ambienti urbani ad alta densità di traffico) si applicherà l'incremento previsto in progetto per disagi conseguenti alla distanza del sito o a particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Tale incremento sarà da valutare anche per opere ubicate in siti isolati di difficile accesso.

#### Operazioni di preconsolidamento

La valutazione di dette operazioni (ristabilimento parziale della coesione di materiale lapideo, ristabilimento della coesione degli intonaci per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano, l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado;

a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al di sotto di questa misura;

La stesura di uno strato protettivo a base di malta idraulica su superfici disgregate lapidee o mosaici verrà valutata a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato.

L'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi sarà valutata con un prezzo al decimetro quadrato nel caso di preconsolidamento su materiale lapideo e mosaici, al metro quadrato nel caso di stucchi, intonaci e dipinti murari.

Data la funzione di sostegno, la superficie da bendare dovrà sempre eccedere l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiederà l'applicazione.

La superficie minima sarà pari a un decimetro quadrato nel caso di materiale lapideo e mosaici, ovvero, pari a 0,5 m<sup>2</sup> per stucchi, intonaci e dipinti murari a cui andranno riportati anche i casi di bendaggi al di sotto di queste misure.

Il ristabilimento dell'adesione e della coesione della pellicola pittorica sarà stimato in metri quadrati o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessato in maniera diffusa da distacchi o disgregazioni.

Il puntuale bloccaggio delle tessere mobili della superficie mosaicata sarà valutato a singolo intervento.

#### Operazioni di pulitura

La valutazione di tutte le operazioni di pulitura eseguite su materiale lapideo, stucchi, dipinti murari, intonaci e mosaici (con sostanze solventi a tampone o a pennello, a secco, ad umido, con impacco ecc.) sarà eseguita al metro quadrato o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa da strati e/o depositi soprammessi.

Le rifiniture saranno valutate al decimetro quadrato per materiali lapidei ovvero al metro quadrato per stucchi e dipinti murari.

Nel caso di puliture di dipinti murari nel suddetto prezzo sarà esclusa l'incidenza del risciacquo con acqua distillata e l'applicazione di materiale assorbente per l'estrazione di sali solubili e dei residui dei sali utilizzati per l'operazione di pulitura; le suddette operazioni saranno valutate al metro quadrato.

Allorché si parli di cicli di applicazione questi dovranno essere intesi come l'insieme di operazioni costituito dall'applicazione del prodotto indicato secondo il metodo descritto dalla D.L. e dalla successiva rimozione meccanica o manuale delle sostanze da esso solubilizzati.

Nell'uso della nebulizzazione o dell'automazione per puliture di materiali lapidei saranno a carico dell'appaltatore ed inclusi nel prezzo la canalizzazione delle acque di scarico e la protezione delle superfici circostanti mediante gomme siliconiche, teli di plastica e grondaie.

#### Operazioni di diserbo e trattamento da attacchi biologici

Alla rimozione di vegetazione superiore saranno riferiti due diversi tipi di valutazione uno al metro quadrato, uno al metro lineare tra loro alternativi; ciò in considerazione del fatto che questo fenomeno può verificarsi sia su ampie zone di diffusione, sia lungo elementi rettilinei quali cornici, angoli, marcapiani oppure lungo fratture o fessure.

#### Operazioni di rimozioni di stuccature o di elementi non idonei applicati in precedenti interventi

La valutazione del prezzo per la rimozione di stuccature (profondità massima 3 cm) non idonee eseguite nel corso di precedenti interventi seguirà tre criteri:

al metro nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile servite per chiudere o sigillare fessurazioni;

al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato);

\_al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm<sup>2</sup> tra 5 e 20 dm<sup>2</sup> tra 20 e 1 m<sup>2</sup>.

La durezza del materiale utilizzato per le stuccature (gesso, calce, cemento, resina ecc.) resterà un criterio fondamentale di distinzione dei costi in quanto inciderà direttamente e sensibilmente sui relativi tempi di esecuzione così come lo stato di conservazione del manufatto modificherà, altrettanto sensibilmente, il tempo necessario alla rimozione.

Per l'asportazione di elementi metallici la valutazione sarà espressa per ciascuno elemento rimosso e sarà altresì differenziata a seconda dell'adesivo con cui saranno stati vincolati e della lunghezza degli stessi elementi.

La rimozione temporanea di inserti in pietra o di fasce, cerchiature o grosse staffe sarà valutata per ogni singolo intervento (previo eventuale progetto).

#### Operazioni di distacco e riadesione di scaglie, frammenti e parti pellicolanti o cadute

Le operazioni in oggetto saranno valutate a singolo frammento e in linea generale potranno essere individuate due categorie con relative valutazioni:

\_frammento di dimensioni limitate, che comprenderà sia la scaglia sia il pezzo più pesante ma comunque maneggiabile da un singolo operatore;

\_frammento di grandi dimensioni, che comprenderà un complesso di operazioni preparatorie e collaterali.

In entrambi i casi, qualora si rivelasse necessaria un'operazione di bendaggio preliminare, questa sarà contabilizzata a parte secondo le indicazioni fornite alla relativa voce.

Saranno altresì esclusi gli oneri di eventuali controforme di sostegno, che dovranno essere aggiunti al costo dell'operazione.

La riadesione di frammenti di dimensioni limitate, già distaccati o caduti, sarà valutata sempre al pezzo singolo e prevedrà una differenziazione di difficoltà, nel caso di incollaggi semplici e di incollaggi con inserzioni di perni.

In questo ultimo caso saranno contemplate ulteriori valutazioni dovute alla possibilità o meno di sfruttare eventuali vecchie sedi di perni, alla diversa lunghezza e al diverso materiale dei perni (titanio, acciaio inox, carbonio ecc.).

Il consolidamento di grosse fratture mediante iniezione di consolidanti e adesivi (organici ed inorganici) avrà una valutazione al metro, tuttavia per l'elevata incidenza delle fasi preparatorie verrà contemplata una superficie minima di 0,5 m, a cui andranno riportati anche i casi di fatturazioni al di sotto di tale misura.

#### Operazioni di consolidamento

Nell'operazione di consolidamento mediante impregnazione (ristabilimento della coesione di materiale lapideo, mosaici, ristabilimento della coesione della pellicola pittorica o doratura/argentatura all'intonaco per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

\_a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado, ovverosia entro il 30% in un metro quadrato, tra il 30% e il 50% e tra il 50% ed il 100%.

\_a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al disotto di questa misura.

Nell'operazione di ristabilimento dell'adesione tra supporto murario ed intonaco e tra i diversi strati di intonaco l'esecuzione di questo intervento verrà espressa:

\_a singolo intervento per distacchi contenuti in precise dimensioni ed espresse in decimetri quadrati;

\_a metro quadrato per distacchi di dimensioni più limitate ma diffuse sulla superficie secondo percentuali differenti.

Nell'operazione di consolidamento ad impacco il costo verrà valutato al metro quadrato e sarà contemplata una superficie minima di 1 m<sup>2</sup>, a cui andranno riportati anche quei casi di impacchi al di sotto di questa misura.

Il costo della manodopera sarà minore nel caso di oggetti a tutto tondo, dove l'impacco sarà sostenuto facilmente da una fasciatura, mentre aumenterà nel caso di superfici che richiederanno il sostegno dell'impacco con controforme e puntellature.

Il ristabilimento dell'adesione nei fenomeni di scagliatura ed esfoliazione su materiali lapidei eseguito in maniera puntuale mediante incollaggi con resine sintetiche, sarà valutato a singolo intervento, nel caso di ristabilimento dell'adesione, eseguito mediante infiltrazione di malta idraulica,

verrà contemplata una superficie minima pari a  $1 \text{ dm}^2$ , a cui andranno riportati anche i casi di intervento al di sotto di questa misura.

Le operazioni di puntellatura provvisoria di applicazione di perni di distacco e di collocamento di piccole parti saranno da valutare a singolo intervento.

#### Operazioni di stuccatura, microstuccatura e presentazione estetica

(comprendendo anche le integrazioni pittoriche e le protezioni superficiali)

Le operazioni di stuccatura, in considerazione della diversa morfologia e delle dimensioni delle lacune saranno valutate secondo tre criteri:

*\_al metro lineare* nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile al fine di chiudere o sigillare fessurazioni;

*\_al metro quadrato* nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato).

Nel caso di dipinti murari saranno individuate tre diverse valutazioni che prevedranno su ogni metro quadrato di superficie una diversa percentuale di estensione di velature o reintegrazioni non idonee: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%;

*\_al decimetro quadrato* nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato, sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime, ovverosia entro  $5 \text{ dm}^2$  tra  $5$  e  $20 \text{ dm}^2$  tra  $20$  e  $1 \text{ m}^2$ .

La microstuccatura (ovvero la sigillatura di zone degradate per fenomeni di scagliature, esfoliazione, pitting, microfessurazione o microfratturazioni) sarà valutata al metro quadrato distinguendo tre percentuali di diffusione del fenomeno sul supporto: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%.

La revisione estetica per l'equilibratura di stuccature ed integrazioni (ovvero la possibilità di assimilare al colore della pietra originale tutte le parti non equilibrate) verrà valutata al metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa dal fenomeno di squilibrio.

#### Operazioni di integrazioni di parti mancanti

L'integrazione delle lacune sarà differenziata secondo le tipologie di intervento e la valutazione di queste sarà al decimetro quadrato ( $\text{dm}^2$ ) per superfici comprese entro i  $50 \text{ dm}^2$ , e al metro quadrato per superfici superiori al metro quadrato.

#### Operazioni di protezione

Le operazioni di protezioni dovranno essere valutate a superficie effettiva ( $\text{m}^2$ ) con detrazione dei vuoti o delle parti non interessate al trattamento con superficie singola superiore a  $0,5 \text{ m}^2$ .

#### Operazioni di stacco ed applicazioni nuovi supporti

Le operazioni saranno valutate al metro quadrato per interventi compresi entro i  $2,5 \text{ m}^2$ , oltre tale misura saranno valutate in riferimento al singolo progetto.

#### Operazioni di asportazione di mosaici

La realizzazione della controforma rigida sarà valutata caso per caso valutando l'estensione e le difficoltà tecniche di realizzazione.

La velatura del mosaico sarà valutata al metro quadrato differenziando la stima per: tipo di colla, tipo di tela utilizzata e tipo di materiale costitutivo la tessera.

La valutazione dello strappo (ovvero l'asportazione esclusiva delle tessere e del nucleus) sarà eseguita al metro quadrato e sarà differenziata in base allo stato di conservazione del sottofondo e allo spessore delle tessere.

La valutazione dello stacco (ovvero l'asportazione delle tessere e del radus) sarà eseguita al metro quadrato e sarà differenziata in base allo stato di conservazione e allo spessore del sottofondo.

#### Infissi in legno

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, dovranno essere misurati da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie.

Le pareti mobili saranno, similmente, computate a superficie con lo stesso criterio. Le parti centinate dovranno essere valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente.

Nel prezzo degli infissi risulteranno comprese e compensate le mostre e contromostre; nel caso in cui vengano montate separatamente dall'infisso dovranno essere misurate linearmente lungo la linea di massimo sviluppo.

Le serrande avvolgibili si computeranno al metro quadrato aumentando la luce netta di 5 cm in larghezza e 20 cm in altezza; le persiane a cerniera o scuri esterni verranno calcolati sulla base della superficie misurata sul filo esterno degli stessi includendo nel prezzo di tutti i tipi di persiane, le mostre, le guide, le cerniere ed il loro fissaggio, i copribili ed ogni altro onere.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla D.L.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera. Superfici unitarie non inferiori a 1,5 m<sup>2</sup>

#### Infissi in alluminio o in leghe leggere

Gli infissi di alluminio o in leghe leggere, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati singolarmente (cadauno), ovvero al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco.

Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Superfici unitarie non inferiori a 1,5 m<sup>2</sup>

#### Infissi in ferro o in altro metallo

Gli infissi in ferro o in altro materiale (ad eccezione delle leghe leggere) verranno compensati a peso, salvo le serrande avvolgibili in metallo, cancelli riducibili a serrande a maglia, la cui posa in opera verrà liquidata al metro quadrato di luce netta minima fra stipiti e le soglie.

#### Lavori in legno

Nella valutazione dei legnami non dovrà essere tenuto conto degli incastri e dei nodi necessari per l'unione dei diversi pezzi, allo stesso modo non dovranno essere detratte le relative mancanze o intagli.

I prezzi inerenti, la lavorazione e la posizione in opera dei legnami saranno comprensivi di ogni compenso per la fornitura di tutta la chioderia, delle staffe, dei bulloni ecc. occorrente per gli sfridi, per l'esecuzione degli incastri e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio e/o per qualunque altro mezzo provvisorio e lavoro per il sollevamento il trasporto e la posa in opera.

La grossa armatura dei tetti (capriate, arcarecci, terzere, puntoni ecc.) e dei solai (travi principali) dovrà essere misurata in metri cubi di legname in opera, nel suddetto prezzo saranno comprese e compensate la ferramenta, la catramatura delle teste, nonché tutti gli oneri elencati sopra.

#### Lavori in metallo

Tutti i lavori in metallo dovranno essere, in generale, valutati a peso; i relativi prezzi verranno applicati a lavorazione completamente ultimata, al peso effettivo dei metalli determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore, escludendo dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo sarà compreso ogni compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati l'esecuzione dei necessari fori e degli incastri nelle murature e pietre da taglio, le piombature, le sigillature e le malte.

I prezzi dei profilati in ferro (a doppio "T", ad "H", ad "L" a "C" o con qualsiasi altro profilo) per solai, piattabande, collegamenti ecc. varranno anche in caso di eccezionale lunghezza, considerevole, ampiezza di sezione e specifica tipologia per cui sia richiesta un'apposita fabbricazione.

Saranno altresì compensati, oltre il trasporto in alto o la discesa in basso, tutte le provviste, tagli, lavorazioni ecc., necessari per congiungere le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato ossia applicazione di chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, bulloni, chiodature ecc. nonché tutte le procedure necessarie al fine di garantire le travi ai muri d'ambito, ovvero per collegare due o più travi tra loro.

Sarà inoltre, compensato ogni altro lavoro prescritto dalla D.L. per la perfetta riuscita del solaio e per far esercitare alle travi la funzione di collegamento sui muri d'ambito.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione e ad ogni sfrido, sarà compreso l'onere per la legatura di ogni singolo elemento con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro e la posa in opera dell'armatura stessa.

#### Lavori in vetro o cristallo

Saranno valutate riferendosi alle superfici effettive ( $m^2$ ) 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 risulterà 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  $0,5 m^2$ .

#### Lattonerie

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, armille, collari. I tubi in ghisa si valuteranno a peso; i tubi in PVC, cemento amianto, cemento, grès ceramico, saranno valutati a metro lineare.

#### Coibentazioni

Verranno valutate a superficie, a volume ovvero a metro lineare a seconda delle indicazioni delle singole voci, con detrazione dei vuoti e delle zone non protette con superficie superiore a  $0,5 m^2$ .

In linea generale si utilizzerà il metro quadrato per solai o pareti di appoggio ed il metro lineare per il rivestimento isolante di tubazioni (salvo nel caso di isolanti a lastre nel qual caso si utilizzerà il metro quadrato).

Nel prezzo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni dovranno essere valutate a superficie effettiva ( $m^2$ ) con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate con superficie singola superiore a  $0,5 m^2$ .

I risvolti da realizzare per l'impermeabilizzazione del raccordo con le superfici verticali verranno calcolati al metro quadrato, solo quando la loro altezza, rispetto al piano orizzontale di giacitura della guaina, sia superiore a 15 cm.

Nel prezzo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati la sigillatura a caldo delle sovrapposizioni, la creazione di giunti e connessioni e quanto altro richiesto.

#### Canne fumarie

Le opere dovranno essere valutate al metro lineare (ml) e per sezione come indicato nelle singole voci.

#### Manodopera

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi cioè quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge.

#### Ponteggi

I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a 4,50 m dal piano di posa si intenderanno sempre compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richieda l'installazione.

Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intenderanno compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

#### Noleggi

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

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

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### Trasporti

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### **Art. 45 – VALUTAZIONE DEI MANUFATTI A PIÈ D'OPERA**

In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'art. 18 – Pagamenti in acconto– Capo I, all'importo dei lavori eseguiti dovrà essere aggiunta la metà dell'importo relativo ai materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive che fanno parte integrante dell'appalto ed accettati dalla D.L., da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e potranno sempre essere rifiutati dalla D.L. ai sensi dell'art. 18, comma 1 del Cap. Gen. n. 145/00.

Tutti i materiali in provvista saranno misurati con metodi geometrici e secondo seguenti prescrizione:

*la calce in pasta* sarà misurata nelle fosse di spegnimento od in cassa parallelepipedica, dopo adeguata stagionatura:

*le pietre e i marmi* a piè d'opera saranno valutati a volume, applicando il prezzo al volume del minimo parallelepipedo retto circolare a ciascun prezzo.

*le lastre, i lastroni, ed altri pezzi* da pagarsi a superficie saranno valutati:

*in base al minimo rettangolo* circoscrivibile quando trattasi di elementi isolati (soglie, stipiti, copertine, ecc.);

*in base alla superficie effettiva*, dopo il collocamento in opera, senza tener conto degli sfrasi relativi a ciascun pezzo, quando trattasi di materiali per pavimenti e rivestimenti. Con i prezzi dei marmi in genere s'intende compensata, salvo contrario avviso, la lavorazione delle facce viste a pelle liscia, la loro arrotatura e pomiciatura.

*Il volume e la superficie dei legnami* saranno computati in base alle lunghezze e sezioni ordinate, intendendosi compreso nei prezzi stessi qualunque compenso per spreco di legname e per la sua riduzione alle esatte dimensioni prescritte. Nel caso dei legnami rotondi e grossamente squadrati, il volume sarà dato dal prodotto della lunghezza minima per la sezione di mezzeria. Le asticelle, le tavole, i tavoloni, i panconi, si misureranno moltiplicando la larghezza di mezzeria per la lunghezza minima.

### **Art. 46 – LAVORI NON PREVISTI**

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, si procederà a concordare i nuovi prezzi assumendoli dal prezziario ufficiale, vigente al momento della gara dei nuovi prezzi, oppure, nel caso in cui i lavori da eseguire non fossero contemplati nel prezziario, si ricorrerà, secondo le norme degli artt. 21 e 22 del Regolamento 25 maggio 1985, n. 350, in economia con operai, mezzi d'opera e provviste fornite dall'Appaltatore (a norma dell'art. 19 dello stesso Regolamento) o da terzi.

In tale ultimo caso l'Appaltatore, a richiesta della Direzione, dovrà effettuarne i relativi pagamenti, seguendo le disposizioni del Capitolato Generale.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi; le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento; i mezzi di trasporto dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza. L'Appaltatore sarà obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai non graditi alla D.L.



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

## **PARTE VIII-NORME SUI MATERIALI E MANUFATTI IN GENERE**

### **Art. 47 – ACCETTAZIONE E PROVVISTA DEI MATERIALI**

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegate allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, dovranno essere applicati rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00.

Prima di compiere l'approvvigionamento in cantiere, di ogni tipo di materiale che l'Appaltatore intenderà impiegare, dovrà essere presentata alla D.L. una campionatura: l'accettazione del materiale sarà subordinata al giudizio positivo della stessa D.L.

Anche se non espressamente menzionate, nel presente capitolato speciale di appalto dovranno essere osservate, tutte le norme tecniche nazionali (UNI, UNI EN, UNICHIM, CNR, CEI, raccomandazioni NorMaL) e regionali vigenti al momento dell'appalto.

Resta bene inteso che, in caso di difficoltà interpretative o difformità tra norme che regolano il medesimo argomento, sarà riservato compito della D.L. indicare i criteri da seguire.

Nel caso in cui le voci di elenco indichino il nome di uno specifico prodotto, ovvero della ditta produttrice, simili indicazioni dovranno essere recepite come esemplificative delle qualità specifiche richieste per quel determinato prodotto, e come tali non dovranno essere interpretate come dato discriminante nei confronti di prodotti similari, presenti sul mercato, dotati di caratteristiche tecniche equivalenti, e per questo, la ditta appaltatrice potrà liberamente proporre alla D.L.

### **Art. 49 – COLLOCAMENTO IN OPERA DEI MANUFATTI IN GENERE**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito trasporto con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico ed opera provvisoria, nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti, quali tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera o apparecchio che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e le cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o, assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

## **PARTE IX-CONTROVERSIE ED ESECUZIONI D'UFFICIO**

### **Art. 49 – DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE**

Ai sensi dell'art. 31 bis, comma 1 quater, della legge n. 109/94, come modificata dalla legge n. 166/02, qualora in corso d'opera o in fase di approvazione del collaudo, le riserve iscritte sui documenti contabili superino il limite del 10% dell'importo contrattuale, il responsabile unico del procedimento avrà facoltà di decidere se promuovere la costituzione di un'apposita commissione, di cui potrà, volendo, far parte, affinché questa, acquisita la relazione riservata del direttore dei lavori, e ove costituito dell'organo di collaudo, formuli, entro 90 (novanta) giorni dall'apposizione dell'ultima riserva o dalla data di ricevimento del

certificato di collaudo, una proposta motivata di accordo bonario oppure, acquisite le suddette relazioni, potrà lui stesso formulare proposta motivata di accordo bonario.

Nel caso in cui le riserve iscritte agli atti contabili non superino il 10% dell'importo contrattuale saranno soggette alla procedura di risoluzione amministrativa delle riserve (articoli 165, 175 e 204 Reg. n. 554/99).

Ai sensi dell'art. 149, comma 5, del Reg. n. 554/99 e dell'art. 32, comma 3, del Cap. Gen. n. 145/00, il pagamento delle somme contestate e riconosciute in sede amministrativa o contenziosa dovrà avvenire entro 60 (sessanta) giorni dalla data di sottoscrizione dell'accordo bonario ovvero dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.

Decorso tale termine, spettano all'appaltatore gli interessi al tasso legale.

## **Art. 50 – RISOLUZIONE E RECESSO DEL CONTRATTO**

La Stazione appaltante potrà procedere alla risoluzione del contratto (mediante la spedizione di lettera raccomandata con avviso di ricevimento) nei casi previsti dagli articoli 340 e 341 della legge sui lavori pubblici n. 2248 del 1865 e dagli articoli nn. 117, 118 e 119 del Reg. n. 554/99, nonché nel caso di mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al DLgs n. 626 del 1994, al DLgs n. 494 del 1996 (per i lavori i cui cantieri sono soggetti agli obblighi di cui al DLgs n. 494/1996), o ai piani di sicurezza di cui all'art. 31, comma 1-bis, lettere a) e c), della legge n. 109/94.

Nei casi di cui all'art. 340 della legge sui lavori pubblici n. 2248 del 1865 (grave negligenza o frode o mancato rispetto degli obblighi e delle condizioni stipulate), ai sensi del comma 2 di detto articolo, l'appaltatore avrà ragione soltanto del pagamento dei lavori eseguiti regolarmente e sarà passibile del danno che potrà provenire all'Amministrazione dalla stipulazione di un nuovo contratto o dall'esecuzione d'ufficio.

Nei casi di cui all'art. 341 della legge sui lavori pubblici n. 2248 del 1865 (conduzione negligente da parte dell'appaltatore), l'Amministrazione, dopo una formale ingiunzione data senza effetto, è in diritto di far eseguire tutte le opere, o parte delle medesime, d'ufficio, in economia, o per cottimi, a spese dell'impresa stessa.

Nei casi di cui all'art. 118 del Reg. n. 554/99 (emanazione di un provvedimento penale a carico dell'appaltatore) non sia prevista l'obbligatorietà assoluta della risoluzione del contratto; il responsabile del procedimento valuterà, in relazione allo stato dei lavori e alle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, l'opportunità di procedere alla stessa.

Nei casi di cui all'art. 117 (penale superiore al 10 % dell'ammontare netto contrattuale) e all'art. 119, comma 4 (ritardo per negligenza rispetto alle previsioni del programma), del Reg. n. 554/99, il direttore dei lavori procederà secondo quanto previsto all'art. 119, commi 4, 5 e 6.

Nei casi di cui all'art. 119, comma 1, del Reg. n. 554/99 (grave inadempimento alle obbligazioni di contratto), il direttore dei lavori procederà secondo quanto previsto all'art. 119, commi 1, 2 e 3.

Il responsabile del procedimento, ai sensi dell'art. 121 del Reg. n. 554/99, nel comunicare all'appaltatore la risoluzione del contratto, disporrà, con preavviso di 20 (venti) giorni la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti e l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera.

In caso di risoluzione del contratto l'appaltatore avrà diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

È, altresì, posto a carico di quest'ultimo, ai sensi della normativa vigente (art. 121 Reg. n. 554/99), l'eventuale onere sostenuto per affidare ad altra impresa i lavori, ove la Stazione appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'art. 10, comma 1 ter, della legge n. 109/94.

Ai sensi dell'art. 122 del Reg. n. 554/99, la stazione appaltante ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre il decimo dell'importo delle opere non eseguite che è dato dalla differenza tra l'importo dei quattro quinti del prezzo posto a base di gara, depurato del ribasso d'asta e l'ammontare netto dei lavori eseguiti.

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

### **Art. 51 – MATERIALI IN GENERE**

#### **1. Norme di riferimento, modalità di prova, controllo e collaudo**

I materiali, i prodotti ed i componenti, occorrenti per la realizzazione dei lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti, potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli organi di controllo competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico e monumentale, siano riconosciuti nella migliore qualità, ossia il più possibile compatibili con i materiali preesistenti in modo da non interferire negativamente con le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche dei manufatti da risanare.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire o a fare effettuare in qualsiasi momento, presso gli stabilimenti di produzione o/e i laboratori ed istituti autorizzati, tutte le prove prescritte (campionature e prove preliminari) dal presente capitolato e/o stabilite dalla D.L. sui materiali impiegati o da impiegarsi (sia che questi siano preconfezionati o formati nel corso dei lavori o preesistenti) ed, in genere, su tutte le forniture previste dall'appalto al fine di attestarne l'efficacia e la non nocività.

Tali verifiche dovranno fare 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 (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, sui manufatti di valore storico/artistico, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'appaltatore:

- \_determinare lo stato di conservazione dei manufatti da restaurare;
- \_individuare l'insieme delle condizioni ambientali e climatiche cui è esposto il manufatto;
- \_individuare le cause e i meccanismi di alterazione.

I materiali non accettati dalla D.L., in quanto a suo insindacabile giudizio non riconosciuti idonei, dovranno essere rimossi immediatamente dal cantiere, a cura ed a spese dell'appaltatore, e sostituiti con altri rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti. Infatti, questi ultimi, anche se ritenuti idonei dalla D.L., dovranno essere accettati dall'amministrazione in sede di collaudo finale.

### **Art. 52 – MATERIALI NATURALI E DI CAVA**

#### **1. Acqua**

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008), oltre ad essere dolce e limpida, dovrà avere un pH neutro (compreso tra 6 ed 8) ed una durezza non superiore al 2%, essere priva di sostanze organiche o grassi, esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), e non aggressiva per l'impasto risultante.

In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico-fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 – allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni.

Nel caso dei trattamenti di pulitura, dovrà essere preventivamente trattata con appositi apparecchi deionizzatori, dotati di filtri a base di resine scambiatrici di ioni, aventi le specifiche richieste dalle Raccomandazioni NorMaL relativamente allo specifico utilizzo.

Dovrà inoltre essere vietato l'uso per qualsiasi lavorazione di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

## 2. Inerti in genere

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli ed i setacci, indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334, che l'Appaltatore avrà l'obbligo di mettere a disposizione della D.L. per l'esecuzione del controllo granulometrico.

Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare, quali malta per intonaco, malta per stuccatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc.

### Sabbie

Le sabbie, qualunque sia l'origine, dovranno essere ben assortite e costituite da grani resistenti, nonché prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti. Dovranno, inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso.

Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua.

Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci), di cui alla citata norma UNI 2332, per il controllo granulometrico.

In particolare

*\_la sabbia per murature* in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);

*\_la sabbia per intonaci, stuccature e murature di paramento od in pietra da taglio* dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);

*\_la sabbia per i conglomerati cementizi* dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n. 2229, nell'allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

### Classificazione delle sabbie in base alla granulometria

SABBIA silice, calcare		
TIPO	GRANULOMETRIA (mm)	UTILIZZO
GROSSA O SABBIONE	2/6	malta da costruzione, arriccio, rinzafo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi
MEDIA	1/2	malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento
FINA	0,5/1	finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento
FINISSIMA	0,05-0,5	rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolidamento

### Polveri

Le polveri, ricavate dalla macinazione meccanica di marmi e pietre, (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron, e saranno aggiunte, dove prescritto dal progetto o dalla D.L., alla miscela secca di sabbie in quantitativo di circa 10-15% in peso.

La silice micronizzata si presenta come una polvere bianca, amorfa ai raggi X e con una grandezza delle particelle primarie di 5-30 nanometri.

Le caratteristiche principali sono effetto addensante, tixotropante, antisedimentante, rinforzante per elastomeri, miglioramento dell'effetto di scorrimento delle polveri ed effetto assorbente.

### Pietra macinata

L'Appaltatore nel caso in cui il suddetto inerte sia ottenuto dalla frantumazione di materiale di recupero della fabbrica stessa, dovrà, preventivamente alla macinazione, provvedere ad una accurata pulizia mediante cicli di lavaggio e successiva asciugatura al fine di rimuovere eventuali tracce di sostanze inquinanti ed impurità varie.

La pietra macinata dovrà possedere buona resistenza a compressione, bassa porosità così da garantire un basso coefficiente di imbibizione, assenza di composti idrosolubili (ad es. gesso) e di sostanze polverose, argillose o di terreno organico.

Il materiale derivato dalla frantumazione delle pietre proveniente da cave (da utilizzare per intonaci e stuccature) dovrà essere accuratamente ventilato e lavato più volte con acqua dolce così da asportare la polvere di macinazione, che ricoprendo i granuli dell'inerte, potrebbe comprometterne l'utilizzo.

L'inerte macinato sarà, di norma, classificato, in base alla sua granulometria, in:

- fine, (0,3/1 mm)
- media, (1/3 mm)
- grossa, (3/5 mm)
- molto grossa, (5/10 mm)

Per il controllo granulometrico sarà cura dell'appaltatore fornire alla D.L. i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334.

### Pozzolana

Le pozzolane dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, essere di grana fine (inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate.

Dovranno inoltre presentare una resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm<sup>2</sup>, una resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm<sup>2</sup> ed un residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico.

Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

### Coccio pesto

Il cocciopesto (granulato di coccio macinato disidratato) dovrà essere ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle e coppi fatti a mano cotti a bassa temperatura (< a 950°C);

A seconda delle zone di provenienza potrà presentare un colore dai toni variabile, dal giallo al rosso.

Risulterà reperibile anche in diverse granulometria: a grana impalpabile 00-0, polvere 0-1,2 mm, fine 1,2-3 mm, media 3-8 mm, grossa 8-20 mm.

La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci naturali anche con spessori consistenti.

### Caolino

Il caolino (argilla primaria ricca di silicee allumina) di colore bianco deriva dalla caolinizzazione di rocce contenenti feldspati, prive di ferro nel luogo stesso di formazione.

Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità, potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci a marmorino ma anche per il consolidamento d'intonaci mediante iniezioni in profondità

### Argille espanse

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti, che in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua, e che saranno in genere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare una forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità, evitando così fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

#### Pomice ed altri inerti naturali leggeri

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

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri nel caso di utilizzo per miscele strutturali dovranno necessariamente possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mm<sup>2</sup>.

#### Ghiaia e pietrisco

*Le ghiaie*, costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi, esenti da materie terrose argillose e limacciose, dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose e ad alta resistenza a compressione, ed essere ben assortite ed essere prive di parti friabili ed, eventualmente, lavate con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive.

*I pietrischi* (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 Kg/cm<sup>2</sup>), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo.

Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime che, prescritte dalla D.L., saranno commisurate alle caratteristiche di utilizzo, ovvero alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520.

Gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da non passare in generale attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 10 mm, e in particolare dovranno essere tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm, per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc, di 40 mm, per i volti di getto e di 30 mm, per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

#### Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

TIPO		GRANULOMETRIA (mm)	UTILIZZO
Ciottoli o "pillole di fiume"		80-100	pavimentazioni stradali
GHIAIA (rocce)	grossa o ghiaione	50-80	riempimenti, vespai, massicciate, sottofondi
	mezzana	20-50	riempimenti, solai, getti
	ghiaietto o "pisello"	10-20	riempimenti, solai, getti
	granello o "risone"	7-10	Rinzaffi ad alto spessore, zoccolature, bugnati, pavimentazioni, piccoli getti
PIETRISCO (rocce)	grosso	40/71	riempimenti, vespai, getti
	ordinario	25/40 15/25	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
	pietrischetto	10/15	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
GRANIGLIA (marmo)	graniglia grossa	5/20	pavimenti a seminato, a finto mosaico
	graniglia media	2,5/11	pavimenti a seminato, a finto mosaico, battuti
	graniglia minuta	0,5/5	marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti

## 2. Pietre in genere

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 o altri difetti che potrebbero renderle fragili, poco omogenee e non adatte alla specifica funzione.

Dovranno inoltre avere dimensioni nominali concordate, adatte al particolare loro impiego, e le relative tolleranze, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, una efficace adesività alle malte, lavorazioni superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento.

Il fornitore sarà tenuto a dichiarare i valori medi relativi alla massa volumica reale ed apparente, al coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, alla resistenza a compressione, alla resistenza a flessione e alla resistenza all'abrasione.

Le prescrizioni complementari dovranno considerarsi in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture ecc.), per le quali si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato.

Non saranno inoltre tollerate stuccature, tasselli, rotture o scheggiature e dovranno essere, in assoluto, scartate le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione (in relazione sia alla natura della roccia prescelta sia dell'impiego) dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2229 e 2232, nonché alle norme UNI vigenti.

Con il termine "pietra" si intende una roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile.

Sotto questa categoria potranno essere classificate rocce di composizione mineralogica svariata non inseribili in alcuna classificazione, comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte, come varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc.),
- \_rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.);
- rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturali (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

I prodotti di seguito elencati dovranno rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2229-2232, e 3334 alle norme UNI alle norme tecniche del CNR, nonché alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

La terminologia utilizzata si riferisce alle denominazioni commerciali correntemente in uso.

### Marmo

Roccia metamorfica le cui rocce originarie sono costituite da calcari di qualsiasi origine ovvero deposito meccanico, di deposito fisico-chimico ed organico.

Dal punto di vista geologico per marmo sarà da intendersi un calcare (in genere organogeno) cristallino metamorfosato, di struttura compatta, lucidabile, caratterizzato da una cristallinità rilevabile ad occhio nudo.

I marmi che potranno essere utilizzati per decorazione e per costruzione, e saranno prevalentemente costituiti da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A differenza dei calcari compatti microcristallini, i marmi presentano la caratteristica di traslucità che ne determina un maggiore valore estetico.

A questa categoria appartengono:

- \_marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- \_calcari, dolomie e breccie calcaree lucidabili;
- \_alabastrici calcarei;
- \_serpentine;
- \_oficalciti.

I marmi dovranno essere soggetti alla lavorazione superficiale e/o le finiture indicate dal progetto, con dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze, nonché essere esenti da difetto (bucce, vene, lenti, scaglie, peli, nodi, piccole cavità o taroli, macrosità, fessurazioni, inclusioni ecc.).

### Travertino

Roccia sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da impiegare in rivestimenti esterni ed interni, in pavimenti, marcapiani, elementi architettonici in genere; alcune varietà sono lucidabili. È una roccia concrezionata, a struttura microcristallina; la sedimentazione delle concrezioni potrà risultare molto evidenziata da stratificazioni parallele a bande e zonature talvolta anche molto marcate determinate da variazioni di colore e porosità.

### Tufo

Roccia sedimentaria piroclastica e coerente formata da lapilli. Dovrà essere di struttura litoide, compatta ed uniforme, dovrà essere escluso il tufo pomicioso e quello facilmente friabile. Modesta resistenza a compressione (30-50 kg/cm<sup>2</sup>), peso specifico di 1,3-1,5.

Le *lastre per tetti, per cornicioni e simili* saranno preferibilmente costituite da rocce impermeabili (poco porose), durevoli ed inattaccabili al gelo, che si possano facilmente trasformare in lastre sottili (scisti, lavagne); mentre le *lastre per interni* dovranno essere costituite preferibilmente da pietre perfette, lavorabili, trasformabili in lastre lucidabili, tenaci e resistenti all'usura.

## **Art. 53 – LEGANTI IN GENERE**

### **1. Leganti tradizionali**

#### **1.1. Calci aeree**

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calci da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calci da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calci da costruzione. Valutazione di conformità".

Le calci aeree, costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio e ferro, e classificate in base al loro contenuto di (CaO+MgO)<sup>1</sup> in *calciche* (CL) e *dolomitiche* (DL) potranno anche classificate, in base alla loro condizione di consegna:

Calci vive (Q), (includono le calci calciche e quelle calci dolomitiche), costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ed ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche, hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato.

Calci idrate (S), (calci calciche o calci dolomitiche), ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive.

Le *Calci idrate*, ovvero le calci spente, sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):

calce idrata in polvere, di colore biancastro, derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del 10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), che è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO).

Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;

grassello di calce o calce aerea "spenta" (idrata) in pasta, ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%, e le cui caratteristiche plastiche ed adesive del migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato.

Il grassello, si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa, non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica.

La stagionatura minima nelle fosse sarà di 90 giorni per il confezionamento dei malte da allettamento e da costruzione, e di 180 giorni per il confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura.



latte di calce, ovvero “legante” per tinteggi, velature e scialbature, ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa, ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce (o della calce idrata) fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calci aeree possono anche essere classificate in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio (valori contenuti RD n. 2231 del 16 novembre 1939, “Norme per l'accettazione delle calci”) in

calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e con resa in grassello non inferiore al 2,5 m<sup>3</sup>/ton;

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 m<sup>3</sup>/ton e in *calce forte* legante con deboli doti idrauliche, compresa tra le calci magre quando la presenza di componenti idraulici (presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;

calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:

*fiore di calce*, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91 %; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;

*calce idrata da costruzione* quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

### 1.1. Calci idrauliche

Le calci idrauliche, oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 “Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici” ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche”, dovranno rispondere alla norma UNI 459 che le classifica in base alla loro resistenza alla compressione dopo 28 giorni (UNI EN 459-2:2001).

Si impiegheranno i seguenti tipi di calce:

calce idraulica naturale (NHL), ottenuta dalla cottura a bassa temperatura (inferiore ai 1000 C°) di marne naturali o calcari argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento con quantità stechiometrica di acqua con o senza macinazione, dovrà avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l'acqua ed essere esente o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calci naturali potrà a sua volta essere diviso in:

*calce idraulica naturale bianca*, che rappresenta la forma più pura, dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili e risulterà particolarmente indicata per confezionare malte per il restauro, che richiedono un basso modulo di elasticità ed un'elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;

*calce idraulica naturale “moretta” o “albazzana”*, di colore dal nocciolo, al beige, all'avorio fino a raggiungere il rosato, a differenza del tipo “bianco” si ricaverà dalla cottura di rocce marnose e risulterà indicata per confezionare malte per il restauro, che richiedono una maggiore resistenza a compressione. In particolare

— la calce NHL 2, essendo piuttosto delicata, risulta idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci;

— la calce NHL 3,5 è idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stillatura di giunti;

— la calce NHL 5 è idonea per lavori di ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica.

calce idraulica naturale con materiali aggiunti (NHL-Z) in polvere (calce idraulica naturale con materiale aggiunto) ossia calce che contiene un'aggiunta, fino ad un massimo del 20% in massa, di materiali idraulizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, cocchiopesto, trass), contrassegnate dalla lettera “Z” nella loro sigla.

### 1.3. Cementi idraulici

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità, preferibilmente sopra pedane di legno, e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Se sfusi, i cementi dovranno essere stoccati in cantiere in appositi silos metallici; i vari tipi e classi di cemento dovranno essere separati ed identificati con appositi cartellini.

I prodotti approvvigionati in sacchi dovranno riportare sulle confezioni 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.

Si impiegheranno, fatta eccezione per gli sbarramenti di ritenuta, per i quali sarà d'obbligo l'impiego di cementi normali, quali portland, pozzolanico o d'altoforno (contrassegnati dalla sigla 22,5), cementi appartenenti alle classi di resistenza 32,5 o 42,5 e con resistenza iniziale più alta rispetto alla resistenza iniziale dei cementi normali, ovvero cementi contrassegnati con la sigla R 32,5 o R 42,5.

## 2. Leganti idraulici speciali

### Cementi speciali

Si definiscono "speciali" quei cementi che presenteranno resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per i cementi normali, dovute a miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura, ovvero dall'uso di additivi specifici.

Tra i tipi di cementi speciali si potranno impiegare:

Cementi bianchi, che simili come comportamento agli altri cementi comuni Portland, dovranno essere ricavati dalla cottura di marne (caolini e calcari bianchi mineralogicamente puri), prive del tutto o con una quantità limitatissima di ossidi di ferro e di manganese; gli eventuali residui dovranno essere eliminati con trattamento fisico-chimico.

Il bianco del cemento dovrà essere definito dalle ditte produttrici con tre parametri diversi: brillantezza 5, lunghezza d'onda dominante 6 e purezza 7, che si potrà anche essere definire con l'indice di bianchezza 8 (contenuto per un cemento industriale tra 70 e 90).

Questo tipo di cemento potrà essere utilizzato per opere di finitura quali stucchi ed intonaci, per opere in pietra artificiale e, inoltre, utilizzabile, in piccole quantità negli impasti a base di calce aerea (intonachini, sagramature, copertine creste dei muri ecc.) così da aumentarne la resistenza meccanica ma al contempo permettere ugualmente la permeabilità al vapore d'acqua;

Cementi colorati, che dovranno essere ottenuti dai cementi bianchi miscelati con polvere della stessa finezza, costituita da ossidi, pigmenti minerali o simili, in proporzione mai superiore al 10% così da evitare impedimenti di presa ed eccessivi ritiri.

## 3. Leganti sintetici

Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido/liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità.

A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti.

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

Su manufatti di particolare valore storico-architettonico nonché archeologico il loro utilizzo sarà vietato, salvo comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. I polimeri organici possono essere disponibili nelle seguenti forme:

Leganti sia per incollaggi (adesivi strutturali), stuccature, iniezioni e sigillature di quadri fessurativi, sia sotto forma di resine emulsionabili in acqua per pitture ed intonaci che presentano un basso grado di assorbimento dell'acqua liquida ed una elevata durabilità;

additivi per malte e pitture al fine di migliorare l'idrorepellenza, la velocità d'indurimento e le caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto ovvero della pittura;

impregnanti consolidanti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc.;

impregnanti idrorepellenti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc. capaci di costituire una efficace barriera contro l'acqua;

impregnanti idro ed oleorepellenti per il trattamento di materiali porosi particolarmente esposti agli agenti inquinanti atmosferici.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHIM. Mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL.

La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

### **3.1. Resine acriliche**

Prodotti termoplastici che, generalmente commercializzati solidi in polveri, granuli o scaglie, in emulsione acquosa in soluzione di solventi, nella maggior parte dei casi solubili in idonei solventi organici, presenteranno buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento, ma una scarsa capacità di penetrazione.

Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà però, a decadere nel tempo. Se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, tenderanno, inoltre, a dilatarsi.

Le resine acriliche come del resto le emulsioni acriliche pure (100%) potranno essere utilizzate in dispersione acquosa sia come legante per pigmenti naturali e/o sintetici in polvere, sia come additivo per malte da sigillatura o iniezione (per un impasto di calce ed inerti in rapporto di 1:3 si aggiungerà 5-10% di emulsione acrilica), conferendo ai suddetti impasti un più veloce indurimento in superficie, un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche, quali tenacità, durezza, resistenza nel tempo ed agli agenti chimici, resistenza all'abrasione, alla trazione, alla compressione, alla flessione, all'impatto ed agli effetti del gelo, e un netto aumento di adesività su materiali, quali laterizio, legno e cemento.

### **3.2. Resine epossidiche**

Prodotti termoindurenti che presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume e si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale;

Presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali) e resistono molto bene all'acqua ed ai solventi organici.

I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento (meno di 1%);

Gli svantaggi, invece, sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Gli adesivi epossidici, ossia le resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati, normalmente utilizzabili saranno *liquide* con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per impernature) o in *pasta* lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni) in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti.

Di norma questi adesivi saranno esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e, grazie alla loro natura tixotropica, potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

## **Art. 54 – ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) potranno essere realizzati in laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito, calcestruzzi cellulare, ed essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

Gli elementi resistenti, quando impiegati nella costruzione di murature portanti, dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni contenute nel DM LLPP n. 103 del 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (d'ora in poi DM n. 103/87).

Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni insieme alle norme UNI 8942/1996 "Prodotti di laterizio per murature" potranno costituire un utile riferimento.

Le eventuali prove su detti elementi dovranno essere condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura". Saranno considerati

pieni i mattoni trafiletti (tipo A massiccio, tipo B a tre fori), quelli pressati che presentano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti). Dimensioni UNI 5,5 x 12 x 25 cm e 6 x 12 x 24 cm;

semipieni i laterizi per murature destinati, di norma, ad essere messi in opera con i fori verticali, con apprezzabili caratteristiche di resistenza (foratura pesante). I blocchi semipieni potranno essere prodotti con laterizio "alveolato", ovverossia dotato di porosità uniforme tale da ridurre il peso a 1600-1400 kg/m<sup>3</sup> e si distingueranno in: mattone semipieno tipo pesante o leggero (dim. 5,5 x 12 x 25 cm; 6 x 12 x 24 cm; -da paramento- dim. doppio UNI 12 x 12 x 25 cm), blocco forato (dim. 12/15 x 25 x 25 cm; 20 x 20 x 40 cm), e blocco forato ad incastro (dim. 20 x 25 x 30 cm; 20 x 30 x 45 cm; 20 x 30 x 50 cm).

forati i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali; distinti in foratino o "stiaccone" (tre fori dim. 5 x 15 x 30 cm); forato comune (sei fori dim. 8 x 12 x 25 cm); foratella o tramezza (otto-dieci fori dim. 8/12 x 25 x 25 cm); foratone (dodici fori dim. 12 x 24 x 24 cm, 15 x 24 x 30 cm).

\_Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi dei muri (DM 20/11/87)

Tipo di elemento	φ	Elementi resistenti in laterizio		Elementi resistenti in calcestruzzo	
		f (cm²)	Spessore minimo (cm)	f (cm²)	Nessun limite di spessore
Mattone pieno	≤ 15%	≤ 9	12	≤ 0,10 A con A ≤ 900 cm2 ≤ 0,15 A con A > 900 cm2	
Mattone e blocchi semipieni	15% --- 45%	≤ 12	20		
Mattone e blocchi forati	45% --- 55%	≤ 15	25		
Mattoni = elementi resistenti artificiali aventi forma parallelepipeda Blocchi = elementi resistenti artificiali di grande formato con volume maggiore di circa 5500 cm3 A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti f = area media di un foro (solo per il laterizio) i = 100 x F/A = percentuale di foratura					

*Il mattoni pieni per uso corrente* dovranno essere a forma di parallelepipedo regolare, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, avere una colorazione il più uniforme possibile nonché presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla norma UNI vigente.

Per i mattoni pieni e i mattoni e blocchi semipieni per uso corrente ai fini dell'accettazione di un elemento saranno ammesse:

\_1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell'elemento per elementi con una sezione fino a 700 cm<sup>2</sup>;

\_2 fessure per sezioni maggiori di 700 cm<sup>2</sup>;

\_4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 200% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;

\_2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo sono da considerarsi una fessura sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore 4 e non saranno da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione ≤ 5% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Per ciascun elemento non sarà tollerata sulla sua superficie nessuna protuberanza o scagliatura di diametro medio > di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non dovranno essere sistematiche. La quantità di elementi non conformi, ammessa complessivamente nel campione, per fessure, scagliature e protuberanze dovrà risultare ≤ a 21.

*Le tegole piane* (embrici o tegole marsigliesi) o curve (coppi o canali), di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un

carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a 120 kg, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di 1 kg cadente dall'altezza di 20 cm.

Sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI EN 538-539). Le tegole piane, infine, non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

## Art. 55 – MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI

### 1. Materiali ferrosi

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

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato DM 30 maggio 1974 e alle norme UNI vigenti, nonché presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

il ferro comune di colore grigio con lucentezza metallica dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa, nonché malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

Acciaio profilato per strutture di armatura, nella cui categoria rientreranno sia i prodotti ottenuti per estrusione i cosiddetti "profilati" a sezione più o meno complessa, secondo le indicazioni di progetto (a "T" UNI 5681, a "doppio T o IPE" UNI 5398; ad "H o HE" UNI 5397; ad "L"; ad "U" ecc.), sia quelli a sezione regolare detti anche barre, "tondini" o "fili", se trafilati più sottili.

I tondini di acciaio per l'armatura del calcestruzzo ad aderenza migliorata (Fe B38 k o Fe B44 k) dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel DM del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il collaudo e l'esecuzione delle strutture delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" attuativo della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e relative circolari esplicative, nonché alle norme UNI vigenti.

In linea generale il materiale dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati.

Sarà inoltre vietato l'impiego di acciai non qualificati all'origine.

Reti in acciaio elettrosaldato, nella cui categoria rientrano sia le reti di tipo "normale" che avranno diametri compresi tra i 4 mm e i 12 mm e che potranno su richiesta essere zincate in opera che quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/m<sup>2</sup>) perfettamente aderente alla rete.

Nel caso specifico si adopererà una rete elettrosaldata di acciaio Fe B 38 K  $\phi$  6 mm e maglia 200x200.

Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate e per reti di acciaio elettrosaldato

(DM 9/01/96)

TIPO DI ACCIAIO	Fe B38 k	Fe B44 k
Diametro	5 ÷ 30 mm	5 ÷ 26 mm
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 375	≥ 375
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 450	≥ 540
Allungamento A5 (%)	≥ 14	≥ 12
Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino avente diametro	3 $\phi$	4 $\phi$
Oltre 12 mm fino ai 18 mm	6 $\phi$	8 $\phi$
Oltre 18 mm fino a 25 mm piega e raddrizzamento su mandrino avente diametro	8 $\phi$	10 $\phi$
Oltre 25 mm fino a 30 mm		12 $\phi$

Caratteristiche meccaniche per reti di acciaio elettrosaldato (D.M. 9/01/96)

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ ovvero $f_{o,2k}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 390
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	$\Phi$ min/ $\Phi$ max	≥ 0,60
Allungamento A <sub>10</sub>	%	≥ 8
Rapporto $f_{tk}/f_{yk}$		≥ 1,10

## **2. Metalli vari**

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame, il bronzo, l'ottone, l'alluminio, l'alluminio anodizzato, e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui saranno destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza ovvero la durata.

### **Art. 56 – LEGNAMI E MATERIALI DERIVATI**

Per prodotti a base di legno si intendono quelli che, derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno, si presenteranno sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc.

I suddetti prodotti verranno di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al DM 30 ottobre 1912, DPR 24 dicembre 1969, DM del 6 marzo 1986 e alle norme UNI vigenti, e verranno selezionati, tra le diverse possibilità di scelta, le qualità appartenenti alla categoria prescritta se non presenteranno difetti incompatibili con l'uso per cui sono destinati. Si impiegheranno:

*\_legame tondo o "tondame"* di classe media della paleria, scortecciato e privato di alborno per i ponti di servizio; di classe grossa della paleria, di essenza forte e dura e con i tronchi privati della scorza e dell'alborno per fondazione ed eventuale consolidamento dei terreni;

*\_legame lavorato a squadratura* con sezione quadrata o rettangolare a spigoli vivi e paralleli per travi, travicelli, correnti di copertura e solaio:

*\_legame segato in tavolate*, ossia in tavole parallele ricavate da tronchi segati per lavori di fondazione e per impalcature (panconi), per lavori di falegnameria e di legame minuto (tavole o assi); si potranno anche ricavare tavole di grossezza media (tavoloni) e tavole sottili (assicelle).

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima categoria, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare, ben stagionati e con un contenuto d'acqua non superiore al 15%.

I legni, le cui specie ammissibili nella categoria degli infissi saranno elencati nelle tabelle UNI 2853-54, dovranno presentare limitati difetti. Dovranno avere una densità di almeno 3 anelli per cm (con l'esclusione di alborno), nessun nodo, cipollatura, buchi, od altre malfatture palesi, e dovranno presentare colore e venatura uniforme.

### **Art. 57 – MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI IN GENERE**

#### **1. Generalità**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli che potranno essere utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione e che verranno di seguito considerati al momento della fornitura.

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

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

## 2. Piastrelle di ceramica

Dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, grès, monocottura ecc.) dovranno essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI vigenti

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che risponderanno parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto ed, in mancanza, in base ad accordi tra la D.L. e il fornitore.

Si impiegheranno tra le piastrelle classificate come "mattonelle greificate", ossia elementi di prima scelta greificati per tutto lo spessore, inattaccabili da agenti chimici e meccanici, di forma regolare a spigoli vivi e superficie piana, le *maioliche*, a pasta colorata, che dovranno presentarsi rivestite con smalti bianchi a base di ossido di stagno od altro opacizzante, su cui si dovrà essere applicata un'ulteriore decorazione policroma con materiali vetrificabili a base di ossidi metallici. Le loro masse volumiche dovranno essere comprese tra i 1800 e i 1900 kg/m<sup>3</sup>.

Si adopereranno anche prodotti a pasta compatta come grès ceramico e monocotture, che dovranno essere forniti in cantiere nelle loro confezioni originali e nell'imballo.

Dovrà essere ben leggibile il nome del produttore, la scelta commerciale, il calibro ed il colore, dovranno altresì essere di prima scelta ed essere omogenei, per l'intera fornitura, nel calibro e nel tono del colore.

Lo strato di usura, ottenuto mediante smaltatura o vetrificazione, dovrà presentare le caratteristiche di impermeabilità, durezza, resistenza all'attacco degli agenti chimici e resistenza meccanica così come richiesto per lo specifico utilizzo (interno o esterno, traffico pesante o leggero, contatto con sostanze aggressive ecc.). Questi prodotti che, dove richiesto, saranno forniti con pezzi speciali tipo jolly o bordi, dovranno rispettare le seguenti prescrizioni minime:

piastrelle in grès spessori di 8-10 mm (piastrelle normali), tolleranze dimensionali di + 0,4%, resistenza alla flessione non inferiore a 24,5 N/mm<sup>2</sup>, assorbimento d'acqua non superiore al 4% della loro massa, buona resistenza al gelo, indice di resistenza all'abrasione non inferiore allo 0,5, perdita di massa per attacco acido non superiore allo 9% e per attacco basico non superiore al 16%;

## 3. Prodotti di pietre naturali e ricostruite

Si adopereranno tra i prodotti che rientrano in questa categoria quelli definiti come:

elemento lapideo naturale

ossia elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);

elemento lapideo ricostituito (conglomerato),

ossia elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;

lastra

ossia elemento semilavorato avente una dimensione (lo spessore) notevolmente minore delle altre due (la lunghezza e la larghezza), determinato da due facce principali nominalmente parallele, che potrà *sottile* (spessore minore a 20 mm) o *spessa* (spessore maggiore di 80 mm), e in base agli strati di finitura superficiale, *a piano sega* (la faccia a vista non subirà una lavorazione di rifinitura successiva alla segagione, come lucidatura o bocciardatura), o *a paramento lavorato* (la cui faccia a vista non subirà una lavorazione di rifinitura successiva alla segagione), e, in base alla conformazione planimetrica delle facce, *rifilata* (marmetta), in quanto tagliata nella conformazione e nelle misure richieste per la posa in opera, e, su richiesta, potrà essere calibrata, ossia lavorata meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate.

Le suddette lastre potranno inoltre essere a misura fissa, a misura fissa di serie, a misura fissa a casellario o a correre (cioè di larghezza fissata e lunghezza non definita, variabile entro limiti stabiliti)

I suddetti prodotti dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo 9 "pietre naturali o ricostruite" del presente capo.

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

Le lastre di marmo o di altre pietre dovranno rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2234 e 2232 e alle norme CNR-UNI vigenti.

Le forniture dovranno essere fatte su pallets ed i prodotti opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze estranee.

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

#### **4. Marmette di graniglia**

I suddetti prodotti, definiti marmette fino al formato 25 x 25 cm e marmittoni fino a 40 x 40 cm ed oltre, avranno dimensioni da 10 x 10 cm a 20 x 20 cm spessore da 18 a 22 mm.

Gli elementi dovranno essere costituiti da uno strato in vista a pavimento finito e da un secondo strato di supporto.

Il primo strato dovrà comporsi di un impasto di graniglie o scaglie di marmo in ragione del 45% non inferiore a 10-25 mm per le marmette fino a 20 x 20 cm, polvere di marmo e cemento bianco ad alta resistenza (minimo tipo 42,5).

Il legante cementizio potrà essere pigmentato con ossidi colorati anche in armonia con il colore del marmo impiegato. Lo strato di supporto, di spessore doppio di quello superficiale, dovrà costituirsi di malta cementizia.

Lo spessore dello strato superficiale non dovrà essere inferiore, in ciascun punto degli elementi, ad un terzo dello spessore degli elementi stessi.

Lo spessore complessivo delle marmette, misurato dopo la levigatura e lucidatura in opera, non dovrà essere in alcun punto inferiore a 22 mm per le marmette 20 x 20 cm.

La superficie a vista potrà essere fornita prelevigata da lucidare in opera o già lucidata e munita di bisellatura.

Le marmette dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al RD 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro.

### **Art. 58 – COLORI E VERNICI**

#### **1. Generalità**

Dovrà essere fatto obbligo all'appaltatore di utilizzare colori e vernici, di recente produzione, che non presentino fenomeni di sedimentazione o di addensamento, gelatinizzazioni o di qualsiasi altro difetto, e che saranno forniti in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto nonché la data di scadenza.

L'appaltatore dovrà aprire i contenitori solo al momento dell'utilizzo ed in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto e che potrà procedere anche a lavori iniziati a ulteriori controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

I prodotti, che dovranno essere pronti all'uso (ad eccezione delle eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici seguendo i rapporti indicati o le specifiche prescrizioni della D.L.), dovranno assolvere le funzioni di protezione e/o decorazione, conferendo alle superfici l'aspetto previsto dal progetto, che dovrà essere mantenuto tale nel tempo.

Per quanto riguarda i prodotti per la tinteggiatura di strutture murarie saranno da utilizzarsi esclusivamente prodotti non pellicolanti secondo le definizioni delle norme UNI nn. 8752-8758. Secondo la norma UNI/EDL 8752 si intendono con i termini:

\_pittura, il rivestimento riportato filmogeno, avente potere coprente dotato di proprietà protettive e decorative ed eventualmente di proprietà tecniche particolari;

\_tinta, il rivestimento riportato non filmogeno, avente potere coprente dotato di proprietà decorative e non necessariamente di proprietà protettive o proprietà tecniche particolari;

\_vernice, rivestimento riportato filmogeno trasparente, incolore o colorato.

Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti, e in ogni caso dotati di ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto al fine di garantire una buona traspirabilità; caratteristiche che dovranno risultare prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Nel caso di tinteggiatura e/o verniciatura di manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, o su manufatti soggetti ad interventi di conservazione e restauro, sarà obbligo procedere dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi competenti.

In questi casi dovrà essere assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una specifica autorizzazione della D.L., ovvero degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Per i prodotti di comune impiego dovranno essere osservate, salvo diverse precisazioni, le seguenti prescrizioni:



l'olio di lino cotto dovrà essere ben depurato, presentare un colore bruno rossastro perfettamente limpido, un odore forte ed amarissimo al gusto, essere scevro da adulterazioni con olio minerale, 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.

L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93;

l'acquaragia (senza essenza di trementina), solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, o come solvente per resine sintetiche, dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15°C dovrà essere di 0,87. È consigliabile il suo uso in ambiente aerato;

il latte di calce dovrà essere ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente grassello di calce fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra, a cui si potrà aggiungere la quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Per tinteggi, scialbatura o velature su murature di particolare valore storico-artistico dovrà essere vietato ricavare il latte di calce stemperando calce idrata in polvere.

## 2. Pigmenti

Si potranno definire pigmenti i materiali, di granulometria molto fine dell'ordine di millesimi di millimetro, che, già colorati di per sé, risulteranno in grado di colorarne altri, se applicati sopra, inglobati o meno in apposite matrici. La natura chimica determinerà le caratteristiche proprie del pigmento.

Il *potere colorante* dovrà essere in relazione alla capacità maggiore o minore di un pigmento di conferire colore, mentre il *potere coprente* dovrà essere in relazione alla capacità di un pigmento di celare il supporto sottostante e dipenderà dalle caratteristiche stesse del pigmento.

I pigmenti potranno essere di struttura chimica organica od inorganica (cioè minerale) e di origine naturale o artificiale.

Per le superfici architettoniche risulteranno particolarmente adatti i *pigmenti inorganici* in quanto stabili al contatto con la calce presente nella tinta o nel supporto, che dovranno essere costituiti in prevalenza da composti dei metalli (ferro, manganese, rame, piombo, cromo ecc.), e che risulteranno più resistenti agli agenti atmosferici, più coprenti e più economici di quelli organici ma dotati di un minore potere colorante.

### Ossidi di ferro

Sono pigmenti puri ottenuti, attualmente, per via sintetica, stabili alla luce, agli agenti atmosferici, agli acidi, agli alcali alla calce e al cemento.

I più comuni sono: ossido di ferro giallo, ossido di ferro rosso, ossido di ferro nero e ossido di ferro bruno.

Tali ossidi risulteranno particolarmente indicati per la preparazione di tinte per calce e cemento, per la colorazione in pasta di cementi, calcestruzzi, malte per intonaci e stucchi, per la colorazione di granulati per tegole, asfalti e bitumi.

Al fine di ottenere una buona dispersione, salvo diverse specifiche di progetto, l'ossido e gli altri materiali dovranno essere miscelati a secco, aggiungendo dopo la quantità di acqua richiesta.

Le percentuali d'uso potranno variare secondo l'intensità di tinta che si vorrà ottenere e al potere coprente del materiale in cui verranno miscelati, in ogni caso la percentuale non dovrà mai essere superiore al 10% in peso sulla massa.

### Terre naturali

Pigmenti che si rintracciano in natura con qualità specifiche di terrosità e finezza tali da essere impiegate come sostanze coloranti.

Le terre coloranti contengono ossidi minerali di origine naturale, in mescolanze e percentuali variabili a seconda dei tipi (mediamente 20-40%); la maggior parte delle terre contiene un composto del ferro, un ossido, un idrossido, un silicato idrato.

Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte e asciugate si diversifica da tipo a tipo alcune vengono sbriciolate grossolanamente, separate dall'impurità e poi nuovamente macinate più o meno finemente; altre vengono cotte a temperature intorno ai 200-400°C (terre bruciate): in questo modo si produrranno profonde alterazioni mineralogiche che daranno vita a differenti tonalità di colore.

### Terre più comuni

*Terre gialle*: idrossidi di ferro associati ad argille, il contenuto di minerali di ferro potrà variare tra il 15-20% e il 60-70%;

*terre rosse* il cui colore è imputabile alla presenza d'ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi; la terra rossa si può, anche, ottenere dalla calcinazione a basse temperature (200-400°C) di terre gialle.

Il colore delle terre d'ombra è dovuto, invece, alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa; per calcinazione si possono ottenere tonalità più scure.

### Caratteristiche chimico-fisiche medie delle terre coloranti

Peso specifico assoluto 4-5 g/ml; massa volumica apparente 400-800 g/l; pH 3,5-6; ottima stabilità chimica alla luce, alla calce, all'umidità; insolubili sia in acqua sia in solventi inorganici.

#### \_Pigmenti più utilizzati

COLORE	TIPO DI PIGMENTO
Bianco	Latte di calce, Bianco San Giovanni, Bianco Spagna, Bianco Meudon, Bianco Zinco
Nero	Terra Nera Venezia, Nero Vite, Nero Manganese, Nero Roma
Bruno	Terra d'Ombra Naturale e Bruciata, Terra Colonia, Ocra Avana, Terra di Cipro
Giallo	Terre Gialle e Ocre Gialle, Terra Siena Naturale, Ocra Gialla
Rosso	Terra Rossa, Terra Siena Bruciata, Ocra Rossa, Cinabro Naturale, Rosso Ercolano
Verde	Terra Verde Nicosia, Verde Brentonico, Ossido di Cromo, Verde Cobalto
Azzurro	Azzurro di Cobalto, Blu Oltremare

## **3. Tinte**

### Tinte alla calce

Dovranno essere costituiti da un'emulsione di calce idrata in fiore o di grassello di calce in cui verranno stemperati pigmenti inorganici naturali a base di terre coloranti, carbonati ed ossidi di ferro. L'indurimento e la stabilizzazione avverrà mediante reazione con anidride carbonica dell'aria che produrrà, con la simultanea cessione di acqua, un calcare simile a quanto avviene per gli intonaci di calce area.

Per ottenere un'omogenea dispersione dei colori, i pigmenti (precedentemente calibrati sulla tinta voluta) dovranno essere prima miscelati a secco e poi, preventivamente, messi in bagno in una quantità d'acqua pari a circa il doppio del loro volume, lasciandoli riposare per ore.

I pigmenti, prima che vengano aggiunti al latte di calce, dovranno obbligatoriamente essere passati attraverso un setaccio al fine di eliminare eventuali grumi.

L'aderenza alle malte potrà essere migliorata con additivi, quali colle artificiali, animali e vegetali o con limitate quantità di resina acrilica in emulsione acquosa (massimo 5-10%).

I suddetti additivi, ovvieranno a difetti come il dilavamento e lo spolverio, aumentando la durata e la resistenza della calce in presenza di inquinamento atmosferico.

Le tinte alla calce potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco, nel cui caso sarà opportuno impiegare come pigmenti delle terre naturali, passate al setaccio.

Per interventi conservativi si potrà ricorrere a velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.

## **4. Pitture**

### Pitture a tempera

Dovranno essere costituite da sospensioni acquose di pigmenti, cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), e leganti a base di colle naturali (caseina, colla di pesce, latte, colla di farina ecc.) o sintetiche (colle viniliche, acriliche o di altro tipo di sintesi).

Dovranno essere, preferibilmente, utilizzate su pareti interne intonacate e perfettamente asciutte.

In relazione alle modalità di realizzazione, la suddetta pittura potrà essere suddivisa in quella che si ottiene "stemperando" i colori in acqua e aggiungendo poi il legante (ovvero la colla), in quella che si ottiene tinteggiando con pigmenti precedentemente stemperati in acqua e poi, a soluzione asciutta, vaporizzando soluzioni molto diluite di colla ed infine in quella che si ottiene dalla stesura della miscela, ottenuta dall'impasto unico di colla, colori ed acqua.

Il prodotto utilizzato dovrà comunque possedere buona adesività al fine di eliminare lo scrostamento al contatto, buon potere coprente al fine di permettere sia la sovrapposizione dei colori sia gli eventuali ritocchi, buona resistenza all'azione dell'acqua e dell'umidità, soprattutto se estesa all'esterno, brillantezza di colore e resistenza nel tempo.

#### Boiaccia passivante

anticarbonatante, pennellabile per la protezione dell'armatura di strutture in cemento armato normalmente caratterizzata da colori vivaci (arancio, azzurro, verde ecc.).

Il prodotto potrà essere monocomponente, esente da nitrati, da miscelare con sola acqua (quantità variabile tra 0,3 e 0,5 l/kg), o bicomponente (A = miscela di cemento o leganti idraulici ad elevata resistenza, polveri silicee con idonea curva granulometrica, inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1)

In ogni caso, le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls  $> 2,5 \text{ N/mm}^2$ , resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH  $> 12$ , tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60 min, temperatura limite di applicazione tra +5°C e +35°C, classe zero di reazione al fuoco.

Lo strato minimo di protezione di tale pittura dovrà essere di almeno 1 mm.

### **5. Vernici**

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti in genere utilizzati su legno, pietre naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari per aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza.

I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

#### Smalti

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini, quali alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc., che si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla.

All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici, quali miscele di resine termoindurenti sciolte in acquaragia insieme ai pigmenti;

Le suddette sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere le caratteristiche di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni, anche all'esterno.

#### Vernice antiruggine e anticorrosione

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali.

Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., e se non diversamente specificato, si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso.

La vernice dovrà risultare sovraverniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleosintetiche, sintetiche e al clorocaucciù.

L'applicazione di tale vernice, che potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, dovrà avere lo spessore minimo di pellicola secca per strato di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm e lo spessore massimo di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm.

### **Art. 59 – ADDITIVI**

Gli additivi per malte e calcestruzzi saranno sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, risulteranno capaci di modificarne le proprietà (lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione ecc.).

Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego e possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI 7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001. Gli additivi che potranno essere impiegati saranno:

#### fluidificanti, (norma UNI 7102, 7102 FA 94-80),

che migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo,

in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione e di conseguenza la quantità d'acqua (riduzione rapporto. acqua-cemento del 5%) vengono denominati anche riduttori d'acqua. I fluidificanti potranno essere miscelati tra loro in svariati modi (ad es. fluidificanti-aeranti UNI 7106, 7106 FA 96-80, fluidificanti-ritardanti UNI 7107, 7107 FA 97-80, fluidificanti-acceleranti UNI 7108, 7108 FA 98-80);

superfluidificanti, (norma UNI 8145, 8145 FA 124-83),

che permettono un'ulteriore diminuzione dell'acqua nell'impasto rispetto ai fluidificanti normali, rapporto di riduzione acqua-cemento fino al 20-40%. Sono, in genere, costituiti da miscele di polimeri di sintesi mischiati con altre sostanze come la formaldeide.

porogeni-aeranti, (norma UNI 7103, 7106 FA 96-80),

in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 Kg per 100 Kg di legante saranno sufficienti per ottenere un'introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%. Questo tipo di additivo risulterà in grado di facilitare, prima della presa, la lavorabilità nonché evitare la tendenza alla essudazione ovvero il processo di sedimentazione della malta fresca nel periodo precedente all'indurimento. Il limite di questo additivo risiede nel progressivo riempimento delle microbolle con materiali di idratazione;

acceleranti, (norma UNI 7105),

agiscono sull'idratazione aumentandone la velocità, si distinguono in acceleranti di presa ed acceleranti di indurimento. I più comuni sono costituiti da silicato o carbonato di sodio e/o di potassio, cloruro di calcio (additivo antigelo uni 7109);

ritardanti, (norma UNI 7104, 7104 FA 95-80),

loro scopo è ritardare l'idratazione quindi la presa al fine di consentire un tempo più lungo di lavorabilità, potranno essere di origine organica e inorganica;

plastificanti,

sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, miglioreranno la viscosità, la stabilità e l'omogeneità dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti e diminuendo lo spurgo dell'acqua;

espansivi, (norma UNI 8146-8149),

gli agenti espansivi comprendono un ampio ventaglio di prodotti preconfezionati (prevalentemente di natura organica) che, pur non essendo propriamente additivi potranno, in qualche misura rientrare ugualmente nella categoria. La caratteristica principale e quella di essere esenti da ritiro.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire controlli (anche parziali) su campioni di fornitura od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 1 del presente capo.

## **Art. 60 – MATERIALI DIVERSI**

I suddetti prodotti dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, ossia richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

### **1. Sigillanti**

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc.

Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno presentare compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati; un diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati; durabilità ai cicli termoigrometrici, prevedibili nelle condizioni di impiego, intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità; e durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

## **2. Adesivi**

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso.

Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc).

Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno presentare compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno; durabilità ai cicli termomeccanici, prevedibili nelle condizioni di impiego, intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità; durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione; e caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme UNI: UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti; UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle; UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, o meglio in aggiunta, il soddisfacimento delle suddette prescrizioni, si intenderà attestato quando il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

## **3. Geo-tessuti**

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere, caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature, e si distingueranno in:

tessuti (UNI sperimentale 8986), ossia stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

non tessuti (UNI 8279), ossia feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Il soddisfacimento delle prescrizioni si intenderà confermato quando il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate, ovvero quando sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.), ossia dovrà essere precisato se siano costituiti da filamento continuo o da fiocco, se il trattamento legante sia meccanico, chimico o termico, e il peso unitario.

## **4. Tessuti-non-tessuti**

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termo-pressione.

Si presenteranno come teli non tessuti, formati però da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante; alcuni di essi potranno anche essere dotati di una buona permeabilità all'acqua.

Nelle grammature medio basse (15-30 g/m<sup>2</sup>) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

## **Art. 61 – SOLVENTI**

La scelta del solvente rappresenta di norma un compromesso tra esigenze diverse: potere solvente, stabilità, non corrosività, tossicità ed infiammabilità.

Tenuto conto dei parametri di solubilità ( $f_s$  forze di dispersione,  $f_p$  forze polari e  $f_h$  forze di legame a Idrogeno) dei solventi organici, sarà consigliabile sostituire un solvente organico con un altro solvente o una miscela di solventi la cui terna di parametri di solubilità sia analoga a quella del solvente da sostituire, soprattutto nel caso in cui si rileva molto tossico.

L'utilizzo di solventi gelificanti nelle operazioni di pulitura di superfici policrome sarà da preferire in quanto consentirà di ottenere un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, oltre ad una minore volatilità dei solventi stessi, e maggiore sicurezza per l'operatore.

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà, obbligatoriamente, fare riferimento a quanto indicato sulle relative etichette e schede di sicurezza.

I solventi, che potranno essere distinti in polari e apolari, dovranno, inoltre, essere ad esclusivo uso di personale professionalmente qualificato, e, ogni caso, si dovranno sempre essere utilizzati i dpi (dispositivi di sicurezza individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

## **Art. 62 – MATERIALI PER LA PULIZIA DEI MANUFATTI LAPIDEI**

### **1. Generalità**

La pulitura di una superficie di un manufatto, soprattutto se di valore storico-architettonico, avrà lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione.

Il lato estetico e cromatico post-intervento non dovrà incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non dovrà essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie, ma quello di sanare uno stato di fatto alterato.

Saranno, perciò, inutili, e, quindi, dannose, puliture sia insistenti, che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale, formatasi nel corso degli anni che mosse dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario.

Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causerà sempre una, seppur minima, azione lesiva sul materiale, sarà opportuno calibrare l'utilizzo dei singoli prodotti (raccomandazioni NorMaL), che dovranno essere messi in opera puntualmente e gradualmente, procedendo per fasi progressive su più campioni, al fine di consentire all'operatore di verificare l'idoneità della tecnica prescelta e al contempo stabilire quando l'intervento dovrà interrompersi.

All'Appaltatore sarà fatto divieto impiegare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Ogni prodotto potrà essere messo in opera previa esecuzione di idonei test-campione, eseguiti in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

I prodotti di seguito elencati che saranno forniti nei contenitori originali e sigillati e valutati al momento della fornitura.

La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

### **2. Acqua per lavori di puliture**

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcar, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2%.

Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcar teneri acque più dure e acque a grana fine dove si risconteranno problemi di solubilità di carbonato di calcio, mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata (deionizzata), ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici) rispettivamente di ioni acide ( $RSO_3H$ ) e basiche ( $RNH_3OH$ ).

In generale il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, e, solo nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

### **3. Spugne per puliture a secco**

Le spugne specifiche per la pulitura a secco di superfici delicate (affreschi, superfici decorate con graffiti) saranno costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa, normalmente di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu.

La massa spugnosa dovrà essere esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presentare un pH neutro e contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente.

L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi, mentre non saranno adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente, come le croste nere, o sostanze che siano penetrate troppo in profondità.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 "Materiali per la pulizia dei manufatti lapidei-Generalità" del presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **4. Carta giapponese**

Carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi da un minimo di 6 gr/m<sup>2</sup> ad un massimo di 110 gr/m<sup>2</sup>.

Queste carte serviranno da filtro per operazioni di puliture su superfici delicate o in avanzato stato di degrado, inoltre si rileveranno utili per velature ossia per operazioni di preconsolidamento.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 del presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **5. Carbonato e Bicarbonato di Ammonio**

Sali solubili in acqua che, utilizzati in percentuali che potranno variare dal 5% al 100%, saranno utilizzati singolarmente o in composti (ad es., in combinazione con resine a scambio ionico).

Sia il carbonato che il bicarbonato di ammonio presenteranno la capacità di decomporsi spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore): la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il Carbonato che per il Bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie.

Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in Solfato di Ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso.

Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata).

L'uso del Bicarbonato d'Ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 dal presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **6. Tensioattivi e Detergenti**

Prodotti composti da molecole contenenti un piccolo gruppo polare idrofilo ed una più lunga catena liofila; queste molecole si orienteranno in modo da avere il primo gruppo (quello polare) immerso in acqua e la parte apolare nello strato di sporco.

I tensioattivi saranno utilizzati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua così da aumentarne la "bagnabilità" e, di conseguenza, l'azione pulente.

Essi, contrariamente da altre sostanze solubili in acqua, non si distribuiscono con uniformità nella massa ma si raggruppano selettivamente in maniera ordinata alla superficie della soluzione per tanto non

richiedono, per essere efficienti, di una grande solubilità in acqua né di raggiungere un'alta concentrazione in tutto il volume.

Il detergente dovrà rispondere a svariate proprietà tra le quali *potere bagnante*, ossia capacità di ridurre la tensione superficiale dell'acqua, facilitandone la penetrazione; *potere dissolvente* organico, ossia capacità di solubilizzare sostanze organiche (oli, grassi, proteine); *potere disperdente*, ossia capacità di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati; *potere emulsionante*, ossia capacità di emulsionare grassi edoli; *potere sequestrante* e chelante, ossia capacità di legarsi ai sali di calcio e di magnesio per convertirli in sostanze solubili; *potere tampone*, ossia capacità di mantenere invariato il pH; *potere battericida*, ossia capacità di distruggere i microrganismi; *potere sciacquante*, ossia capacità di un detergente di essere asportato insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo. La sequenza di queste particolarità individuerà anche le fasi in cui si svilupperà l'azione detergente.

L'uso dei suddetti prodotti dovrà essere autorizzato dalla D.L. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 del presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

## **7. Resine a scambio ionico**

Le resine a scambio ionico sono copolimeri stirene funzionanti con gruppi acidi (resine a scambio cationico) o basici (resine a scambio anionico) in grado di "agganciare" le sostanze ioniche presenti nel substrato a cui vengono applicati.

Le resine a scambio cationico (descialbante) funzioneranno come agenti di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree di neoformazione "sequestrando" ioni Calcio al supporto cui verrà applicata in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura.

Le resine a scambio anionico (desolfatante) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati su superfici lapidee e affreschi, l'idrossido di Calcio che viene prodotto da questa reazione reagirà spontaneamente con l'anidride carbonica atmosferica convertendosi in Carbonato di Calcio con conseguente ricomposizione della tessitura carbonatica del substrato e azione consolidante riaggregante.

Questi pulitori saranno applicati in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata o distillata in rapporto variabile a seconda sia del prodotto utilizzato sia della consistenza finale (più pastosa da applicare a spatola ovvero più liquida da applicare a pennello) descritta negli elaborati di progetto.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della D.L.

I criteri d'accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

## **8. Addensanti e Supportanti**

Questi prodotti garantiscono la gelificazione del solvente in modo da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo. In questo modo rendono l'operazione di pulitura più selettiva, e, allo stesso tempo, impediscono la penetrazione del solvente negli strati sottostanti, in più riducono il processo d'evaporazione, diminuendo l'inalazione del solvente da parte dell'operatore. In linea generale gli addensanti dovranno essere lavorati ed applicati a pennello per tempi variabili secondo il caso e rimossi a secco o a tampone leggermente imbevuto di solvente senza lasciare residui dannosi per l'opera. La densità del gel finale sarà controllata dall'operatore a seconda delle esigenze specifiche.

I supportanti fondamentalmente si dividono in due categorie: addensanti cellulosici e solvent-gel. La scelta di gelificare un solvente con un addensante cellulosico anziché per mezzo di solvent-gel potrà discendere da molteplici fattori come ad esempio, l'eventuale presenza di materiali particolarmente sensibili all'acqua renderà gli addensanti cellulosici preferibili ai solvent-gel che, al contrario, risulteranno più idonei (grazie all'azione blandamente tensioattiva) per procedure di pulitura più generiche di superfici pittoriche e non.

## **9. Polpa di cellulosa**



La polpa di carta (la pasta di cellulosa) dovrà presentare un colore bianco ed essere deresinata, ossia ottenuta da cellulose naturali.

Le fibre dovranno presentare un'elevata superficie specifica ed un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico, una buona capacità di trattenere i liquidi e dimostrarsi insolubili in acqua ed in solventi organici.

Un Kg di polpa di cellulosa dovrà essere in grado di trattenere circa 3-4 litri di acqua; minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000 m) maggiore sarà la quantità di acqua in grado di trattenere.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 del presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

#### **10. Argille assorbenti**

Potranno essere utilizzate due tipologie di argilla, quali sepiolite e attapulgite, entrambe fillosilicati idrati di magnesio che, appartenenti al gruppo strutturale della paligorskite, risulteranno capaci di impregnarsi di oli e grassi, senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento.

La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh. Sia l'attapulgite che la sepiolite dovranno essere in grado di assorbire una grande quantità di liquidi (110-130%) in rapporto al loro peso. Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate.

In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa (più facile da rimuovere rispetto alle argille).

I suddetti prodotti dovranno essere preparati diluendoli esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere un "fango" a consistenza pastosa con notevoli caratteristiche tixotropiche al fine di consentirne la lavorazione in spessori di cm 2-3.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso del punto 1. dell'articolo 59 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

#### **11. Biocidi**

Prodotti da utilizzarsi per l'eliminazione di muschi e licheni che dovranno essere utilizzati con molta attenzione e cautela, dietro specifica indicazione della D.L., e solo dopo aver eseguito accurate indagini sulla natura del terreno e sul tipo di azione da svolgere, oltre naturalmente all'adozione di tutte le misure di sicurezza e protezione degli operatori preposti all'applicazione del prodotto.

Questi prodotti potranno presentare, a seconda dei casi e delle indicazioni di progetto un'azione selettiva e limitata alla specie da eliminare; una tossicità limitata verso l'ambiente così da non alterare per tempi prolungati l'equilibrio del terreno interessato dall'azione disinfettante; un'atossicità nei riguardi dell'uomo; una totale assenza di prodotti o componenti in grado di danneggiare l'organismo murario ovvero le porzioni intonacate; una limitata durata dell'attività chimica; ed una totale assenza di fenomeni inquinanti nei confronti delle acque superficiali e profonde.

Per indicazioni inerenti la scelta dei metodi di controllo del biodeterioramento si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 30/89, mentre per ulteriori informazioni sulla caratterizzazione, sull'efficacia e sul trattamento dei biocidi si rimanda a quanto enunciato nei documenti NorMaL 35/91, 38/93, 37/92.

### **Art. 63 – MATERIALI COMPOSITI FRP**

I prodotti denominati FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) sono "sistemi compositi" fibrosi a matrice polimerica.

Il materiale base sarà il rinforzo fibroso costituito da lunghe fibre, aventi un diametro di circa 8 mm, accostate le une alle altre ed impregnate in sito con una matrice a base di resine (epossidiche o poliestere bicomponenti a bassa viscosità), che polimerizzeranno a temperatura ambiente o industrialmente mediante il processo di pultrusione.

La matrice polimerica avrà il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre di rinforzo, di proteggere la fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura, e di dare forma al composito.

Le fibre utilizzate potranno essere di tre tipi :

fibre di carbonio,

le più usate, che hanno in generale il vantaggio di una elevata resistenza e rigidezza, modesta sensibilità alla fatica, eccellente resistenza all'umidità ed agli agenti chimici; mentre presentano un modesto valore di deformazione ultima, bassa resistenza agli urti e sono danneggiabili all'intaglio, in conseguenza di una limitata deformabilità in direzione trasversale.

#### fibre in vetro,

che, prodotte per estrusione, presentano un'elevata resistenza a trazione accompagnata da una limitata resistenza ai carichi ciclici e da una forte sensibilità agli ambienti alcalini.

#### Le fibre aramidiche,

di natura polimerica, oltre che dalla buona resistenza e rigidezza, sono caratterizzate da un'ottima resistenza agli agenti chimici: una forte deperibilità delle caratteristiche meccaniche può essere causata dai raggi UV.

#### Caratteristiche meccaniche delle fibre

FIBRA	CATTERISTICHE MECCANICHE			
	Resistenza a trazione (or), (MPa)	Modulo Elastico (E), (GPa)	Allungamento a rottura (%)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )
Carbonio	2500-4800	200-600	1-2	1,7-1,9
Vetro	1800-3500	70-85	3-4	2,5
Aramidica	2800-3500	80-140	2-3	1,4

Le tipologie dei compositi FRP, che potranno utilizzarsi, saranno rappresentate da tessuti, lamine e barre.

#### Tessuti,

utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione, a taglio e per il confinamento a compressione, potranno essere realizzati in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) *unidirezionali* (fibre orientate secondo un'unica direzione), *bi-direzionali* (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o *bi-assiale* (fibre inclinate a  $\pm 45^\circ$ ).

Le larghezze delle strisce potranno variare da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra, se non diversamente specificato (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramide circa 0,21 mm); anche il peso sarà variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es. fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 300-600 g/m<sup>2</sup>, le fibre di carbonio bi-direzionali peseranno circa 230-360 g/m<sup>2</sup>, mentre quelle bi-assiali circa 450-600 g/m<sup>2</sup>).

#### Lamine,

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

#### Barre,

utilizzabili nel rinforzo interno a flessione come tiranti o come armature, potranno essere realizzate in fibra di carbonio, di vetro o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm).

Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spiratura esterna.

Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

I suddetti prodotti verranno considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici.

In caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti, e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

## **Art. 64 – MATERIALI PER COPERTURE**

### **1. Generalità**

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

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

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

### **2. Tegole e coppi in laterizio**

Le tegole e coppi di laterizio per coperture, denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, embrice ecc.), dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto, alle specifiche di cui alla norma UNI EN 1304 ("Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto") e in mancanza e/o a completamento delle prescrizioni secondo le quali le fessure non dovranno essere visibili o rilevabili a percussione; le protuberanze e scagliature non dovranno avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non dovrà esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata; le sbavature saranno tollerate purché non limitino il corretto assemblaggio; l'esame dell'aspetto e della confezione dovrà avvenire secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635-1.

Per quanto riguarda le dimensioni nominali e la norma geometrica saranno ammesse una lunghezza (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-2):  $\pm 3\%$ ; una larghezza (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-3):  $\pm 3\%$  per tegole; lo spessore dovrà essere determinato secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635-5; la planarità, l'ortometria e la rettilineità dei bordi ed il profilo dovranno essere determinati secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635, rispettivamente ai punti 5, 6 e 7; sulla massa convenzionale (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-8) sarà ammessa una tolleranza del 15%; l'impermeabilità (norme UNI 8635-10 e UNI EN 539-1) dovrà essere tale da non permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso; la resistenza a flessione (forza F singola), misurata secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 538, dovrà essere maggiore di 1000 N; per il carico di rottura (norma UNI 8635-13) il valore singolo della forza F dovrà essere maggiore di 1000 N ed il valore medio maggiore di 1500 N.

I criteri di accettazione saranno quelli al punto 1 dell'articolo 62-Materiali per coperture– del presente capo; in caso di contestazione si procederà secondo quanto indicato nell'ultimo periodo del suddetto articolo.

I prodotti dovranno essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche e chimiche, nonché dalla sporcizia che potrebbe degradarli durante la fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, dovranno contenere un apposito foglio informativo che segnali almeno il nome del fornitore e le indicazioni relative all'ammissibilità dei difetti visibili e al carico di rottura, nonché eventuali istruzioni complementari.

## **Art. 65 – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONE**

### **1. Generalità**

Dovranno essere intesi come prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane quelli che si presenteranno sotto forma di:

*\_membrane bituminose* in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato, che potranno essere scelte in base al *materiale componente* (ad es.: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato ecc.), al *materiale di armatura* inserito nella membrana (ad es.: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile ecc.), al *materiale di finitura* della superficie superiore (ad es.: poliestere film da non asportare, polietilene film

da non asportare, graniglie ecc.), e *materiale di finitura* della superficie inferiore (ad es.: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile ecc.);

*\_membrane e vernici* liquide e/o in pasta da mettere in opera a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua; che si potranno classificare in mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico, asfalti colati, malte asfaltiche, prodotti termoplastici, soluzioni in solvente di bitume, emulsioni acquose di bitume e prodotti a base di polimeri organici;

*\_membrane ondulate* o microdogate sottocoppo o sottotegola, di norma realizzate in fibrocemento o in fibre organiche resinate.

*\_membrane bugnate* estruse in polietilene ad alta densità.

I suddetti prodotti dovranno essere valutati al momento della fornitura. La D.L., ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, ossia richiedere un attestato di conformità.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

## **2. Membrane bituminose**

### Membrane per coperture e sottocoperture

Le membrane per coperture di fabbricati in relazione allo strato funzionale (definito secondo la norma UNI 8178) costituiranno (ad es., strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti ecc.) dovranno, rispondere alle prescrizioni degli elaborati di progetto.

Le suddette membrane potranno essere destinate a formare

*\_strati di schermo e/o barriera al vapore* (norma UNI 9380) ovvero destinate a formare strati di continuità, di diffusione della pressione di vapore d'irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante (norma UNI 9168).

*\_strati di tenuta all'acqua* ovvero, destinate a formare strati di protezione (norme UNI 8629 varie parti):

### Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

Le guaine a base di elastomeri e di plastomeri potranno essere utilizzate per varie classi di impiego purché siano conformi alle caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

I suddetti prodotti si classificheranno in: membrane in materiale elastomerico<sup>13</sup> senza armatura; membrane in materiale elastomerico, dotate di armatura; membrane in materiale plastomerico<sup>14</sup> flessibile senza armatura; membrane in materiale plastomerico flessibile, dotate di armatura; membrane in materiale plastomerico rigido (ad es. polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene); membrane polimeriche a reticolazione posticipata (ad es. polietilene clorosol fanato), dotate di armatura; membrane polimeriche accoppiate, ossia membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.

In questi casi, qualora la parte accoppiata all'elemento polimerico sia impermeabilizzante avrà importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana; le prove dovranno, quindi, essere eseguite sulla membrana così come verrà fornita dal produttore.

## **3. Membrane liquide**

I prodotti liquidi o in pasta dovranno essere fundamentalmente destinati alla realizzazione di strati di tenuta all'acqua (ma anche ad altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente; dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni di seguito indicate.

I criteri di accettazione saranno quelli indicati al punto 1 dell'articolo 63-Prodotti per impermeabilizzazioni- del presente capo.

La fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

I suddetti prodotti, che dovranno rispondere alle relative norme UNI, saranno identificati come *bitumi da spalmatura* per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa), che dovranno soddisfare i limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157; *malte asfaltiche* per impermeabilizzazione dovranno assolvere alla norma UNI 5660 FA 227; *asfalti colati* per impermeabilizzazioni dovranno assolvere alla norma UNI 5654 FA 191; *mastice di rocce asfaltiche* per la

preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati, che dovranno assolvere alla norma UNI 4377 FA 233; *mastice di asfalto sintetico* per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati, che dovranno assolvere alla norma UNI 4378 FA 234; *prodotti fluidi od in pasta* a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici, epossipoliuretanici, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati), che, in assenza di indicazioni sui limiti, dovranno presentare i valori che, dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica, dovranno essere accettati dalla D.L.

I criteri d'accettazione dovranno essere quelli indicati al punto 1 dell'articolo 63-Prodotti per impermeabilizzazioni- del presente capo.

#### **4. Membrane bugnate**

Le membrane bugnate, che dovranno essere realizzate in polietilene estruso ad alta densità (HDPE), grazie ai rilievi dei semiconici, di altezza variabile da un minimo di 8 mm ad un massimo di 20 mm, realizzeranno un sistema di drenaggio ad intercapedine ventilata per la protezione delle strutture controterra.

Le suddette membrane dovranno anche svolgere un'azione antiradicale, resistere agli urti, ed essere insensibili alle basse temperature (fino a -30°C), resistere agli agenti chimici, non inquinare le eventuali falde acquifere, resistere alla contaminazione di funghi e batteri ed essere non degradabili.

Le stesse membrane potranno essere munite di strato in geotessile in polipropilene a filo continuo drenante a pressione stabile accoppiato alle bugne con il fine di filtrare le particelle di terreno, impedendo l'intasamento della rete di canali della struttura a bugne.

I criteri d'accettazione saranno quelli indicati al punto 1. dell'art. 63-Prodotti per impermeabilizzazioni- del presente capo; inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

#### **Art. 66 – VETRI**

Rientrano in questa categoria i prodotti ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro, distinti prodotti si divideranno in lastre piane, vetri pressati e prodotti di seconda lavorazione.

I vetri dovranno essere di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori molto trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.

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

In relazione agli spessori, espressi in mm, i suddetti si distingueranno in sottili (semplici) 2 (1,8-2,2); normali (semi-doppi) 3 (2,8-3,2); forti (doppi) 4 (3,7-4,3); spessi (mezzo cristallo) 5-8; ultraspessi (cristalli) 10-19.

Per quanto riguarda i vetri piani temprati (trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti) si farà riferimento oltre che alle indicazioni di progetto alle norme UNI vigenti.

I suddetti prodotti saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si dovrà esser fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

#### **Art. 67 – MATERIALI PER RIVESTIMENTI E/O TRATTAMENTO LACUNE INTERNI ED ESTERNI**

##### **1. Generalità**

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) ed orizzontali (controsoffitti) del fabbricato.

I prodotti che potranno essere impiegati saranno distinti in base allo stato fisico in fluidi o pastosi (intonaci, malte da stuccatura, tinture, pitture ecc.) o rigidi (rivestimenti in pietra, ceramica, ecc.); in base alla collocazione: per esterno o per interno; e in base alla collocazione nel sistema di rivestimento in prodotti di fondo, intermedi, o di finitura.

I suddetti prodotti saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

## **2. Prodotti fluidi o in pasta**

### Impasti

intonaci, malte da stuccatura o da ripristino, ossia composti realizzati con malta costituita da un legante (grassello di calce, calce idrata, calce idraulica naturale, cemento, gesso) o da più leganti (malta bastarda composta da grassello di calce e calce idraulica naturale rapporto 2-3:1; calce idraulica naturale e cemento rapporto 2-1:1; grassello di calce e gesso; calce idraulica naturale e gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, cocci pesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, secondo le prescrizioni di progetto, da 1:3 a 1:1;

La malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.).

Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Gli suddetti impasti dovranno possedere le caratteristiche indicate nel progetto o quantomeno presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con eventuali parti limitrofe (specialmente nel caso di rappezzo di intonaco).

La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);

Dovranno inoltre avere una consistenza tale da favorire l'applicazione; aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durante la presa; essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere; contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse); opporsi al passaggio dell'acqua, garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno; e presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Per ulteriori indicazioni inerenti la caratterizzazione e la composizione di una malta da utilizzare in operazioni di restauro si rimanda a quanto enunciato nelle norme UNI 10924, 11088-89.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza alle norme UNI vigenti sarà sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti varranno i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla D.L.

### Prodotti vernicianti

Prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formeranno una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie, distingueranno in tinte, se non formeranno pellicola e si depositeranno sulla superficie; impregnanti, se non formeranno pellicola e penetreranno nelle porosità del supporto; pitture, se formeranno pellicola ed avranno un colore proprio; vernici, se formeranno pellicola e non avranno un marcato colore proprio.

I suddetti prodotti dovranno, in funzione delle prestazioni loro richieste, dare colore in maniera stabile alla superficie trattata, avere funzione impermeabilizzante, presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica con il supporto, essere traspiranti al vapore d'acqua, impedire il passaggio dei raggi U.V., ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>, avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto), avere funzione passivante del ferro (quando richiesto), resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti) e, quando richiesto anche all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D. L. I dati si intenderanno presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova saranno quelli definiti nelle norme UNI vigenti.

### **3. Prodotti rigidi**

#### Piastrelle di ceramica

varrà quanto riportato all'articolo "Piastrelle di ceramica per pavimentazioni") del presente capo, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

#### Lastre di pietra

varrà quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare.

In mancanza o ad integrazione del progetto varranno i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo "Pietre naturali e ricostruite" integrati dalle prescrizioni date nell'articolo 10.3 "Prodotti pietra naturale per pavimentazioni" (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio).

Dovranno, comunque, essere previsti gli opportuni incavi, fori per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

#### Elementi di metallo

varrà quanto riportato nel progetto.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi ecc.) ed alle azioni termoisometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza varranno quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla D.L.

Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi ecc. Per gli elementi verniciati, smaltati, le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore, tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

### CAPO III-INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

#### **Art. 68 – 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 a laboratori, riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una serie di prove di laboratorio e di analisi in sito mediante campioni di manufatto, che dovranno essere prelevati 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), riassumibili in:

Il campionamento che dovrà essere effettuato solo su autorizzazione scritta dell'organismo che ha la tutela del manufatto;

Il campionamento dovrà essere effettuato da chi eseguirà l'analisi o sotto la sua responsabilità;

I prelievi in numero ed entità dovranno essere minimi, compatibilmente con le finalità e rappresentatività.

Le suddette campionature 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 ed accompagnato da una 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, ossia non arrecare danno alcuno alle strutture.

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.

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, e 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 sito senza la necessità di ricorrere a prelievi, mentre quelle anche solo minimamente distruttive andranno eseguite con prelievi di pochi grammi di materiale, che potranno essere recuperati a terra, a seguito del loro avvenuto distacco o in prossimità delle parti più degradate.

L'appaltatore dovrà comunque evitare che gli interventi, anche apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con sollecitazioni di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva, ecc.), possano risultare dannosi, se opportunamente dosati 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, dove 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, quali 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 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. 69 – RILIEVO FOTOGRAMMETRICO**

Verrà effettuato avvalendosi del metodo di osservazione e di ripresa superficiale della registrazioni fotografiche in luce visibile edella fotogrammetria.

### **1.1.– Registrazioni fotografiche 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 che 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 evidenziare 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 nonché consentire l'ottenimento di dati oggettivi e confrontabili sulle caratteristiche cromatiche.

Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

### **1.2.– 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, quale il rilievo aereofotogrammetrico, effettuando la lettura simultanea con obiettivi di diverso colore, quale magenta e ciano.

Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

## **Art. 70 – ACCERTAMENTO SULLE CARATTERISTICHE STRUTTURALE 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 *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 in cui questi siano sintomatici di un fenomeno alterativo ancora in atto.

#### Verifiche sulla orizzontalità delle superfici

Le verifiche sulla orizzontalità dovranno essere eseguite con i prescritti strumenti di tipo topografico, quali 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 ad 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 e 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.

#### Verifiche sulla verticalità della superficie

L'appaltatore dovrà impiegare specifici inclinometri monoassiali e biassiali, 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, provvedendo al loro corretto funzionamento, posizionandoli in modo stabile sulla superficie da indagare tramite l'ausilio di una basetta metallica o cementizia e di bulloni.

Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

#### Controllo e monitoraggio sulle variazioni nelle lesioni

L'appaltatore eseguirà il controllo della mobilità del 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 mediante appositi strumenti, quali deformometri, estensimetri, e più dettagliatamente tramite il monitoraggio strutturale in continuo.

Tali strumentazioni, che dovranno essere in grado di fornire dati qualitativi (esistenza o no di evoluzione del quadro fessurativo esistente) e di fornire dati quantitativi degli spostamenti, saranno fissate tramite sensori di misura da posizionare a cavallo delle lesioni, consentendo letture e controlli periodici o in continuo (per il monitoraggio strutturale) degli eventuali spostamenti relativi dei punti fissi predisposti inizialmente.

#### Monitoraggio strutturale in continuo

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. e i cedimenti degli stessi, applicando in corrispondenza delle lesioni, o comunque dei punti critici, opportuni trasduttori di spostamento.

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 indagine di valutazione dell'evoluzione del dissesto per definire l'intervento di consolidamento e le relative modalità di messa in opera dell'intervento stesso, e il 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, e verifica della risposta di una struttura all'intervento di risanamento e/o consolidamento già effettuato.

*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 rilievi 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.

Nel caso in cui il numero dei sensori sia elevato si dovrà impiegare sia un sistema centralizzato, sia più sistemi modulari dislocati nei vari punti della struttura, tutti comunque facenti capo ad un acquisitore centralizzato, con collegamento via modem per lettura a distanza.

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.

#### 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 al fine di rilevare 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.

### **Art. 71 – INDAGINI PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE TENSIONALI DEI MATERIALI E DELLE MURATURE**

#### **1.1. Martinetti piatti (flat jacks)**

L'appaltatore dovrà eseguire in sito la determinazione 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, mediante tagli eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta.

La determinazione dei parametri richiesti sarà effettuata 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 diversificate in relazione alla muratura, saranno comunque comprese, per quelle a base quadrata utilizzabili per le murature laterizie, tra 12 x 12 cm, 24 x 12 cm, e 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; mentre quelli a terminazione curvilinea saranno utilizzati per gli elementi lapidei, nei quali il taglio verrà realizzato tramite dischi metallici diamantati.

Nel caso di murature irregolari e disomogenee la profondità del taglio andrà incrementata al fine di ottenere valori significativi.

#### Misura dello stato di sollecitazione

A differenza delle prove distruttive eseguite tramite prelevamento di campioni da analizzare in laboratorio (carotaggi), 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.

Una volta 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.

#### Determinazione delle caratteristiche di deformabilità (stima del modulo elastico E)

Nel caso di elementi anisotropi, quali le murature, si otterrà la determinazione delle caratteristiche di deformabilità, 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.

#### 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.

#### Determinazione della resistenza al taglio lungo i ricorsi della malta

Analogamente alla prova a compressione, dopo aver inserito parallelamente i due martinetti, 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 all'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 ultimata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.

### **Art. 72 – INDAGINI ATTE A RILEVARE LA PRESENZA DI STRATIFICAZIONI STORICO/COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO**

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare eseguire indagini passive che abbiano lo scopo di registrare e quantificare fenomeni fisici rilevabili, in assenza di sollecitazioni, mediante riprese con strumenti ottici, anche ricorrendo a pellicole speciali, magnetometria, che analizzerà dall'esterno particolari aspetti fisici, senza rendere necessarie ulteriori sollecitazioni, 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, sistema efficace anche senza sollecitazioni dirette sull'oggetto, che 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.

#### Indagini termografiche

Gli accertamenti di stratificazioni costruttive preesistenti mediante termovisione sono ottenibili tramite strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso, meno disturbati dalle lunghezze d'onda del visibile (p.e. colori delle superfici).

Nel caso in cui all'appaltatore venga 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, questi dovrà riconoscere e, quindi, determinare le stratificazioni delle differenti fasi costruttive della fabbrica individuando, sotto l'intonaco esistente, tutti gli elementi esistenti e realizzati con materiali differenti.

Ma potrà anche essergli richiesto di individuare l'andamento delle dispersioni termiche, il posizionamento delle tubazioni e degli impianti, il riconoscimento di zone interessate da fenomeni di umidità.

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, ed 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, quindi, 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 anche 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, e, dove prescritto dagli elaborati di progetto, fornire invece 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 immagine 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 con comuni software di gestione immagini (Adobe Photoshop, Corel Draw, ecc.), un'immagine termica continua.

Se sarà 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.

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 mediante termoconvettori che, capaci di diffondere uniformemente il calore sulla superficie, consentano, quindi, alla strumentazione la corretta lettura del fenomeno.

#### Indagini endoscopiche

L'appaltatore dovrà adoperare endoscopi elettronici o a fibre ottiche che, adatti a 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, e sarà tenuto a fornire una soddisfacente documentazione fotografia o filmata sull'indagine svolta, restituendo le informazioni ottenute nella forma richiesta.

#### 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, che 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.

#### 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, che permetterà la ripresa del manufatto con riferimento alle scale colorimetriche standardizzate secondo la scala Munsell, e in parte le indagini effettuate in laboratorio, che 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. 73 – INDAGINI RIVOLTE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E ALL'ACCERTAMENTO DEI LORO DEGRADI E PATOLOGIE**

#### **1.1. Modalità di campionamento del materiale in opera**

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 cui potranno 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) ed 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 prelevamento 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.

## **1.2. Modalità di prelievo per lo studio mineralogico, chimico, fisico**

### 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 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: pennelli a setola morbida per materiale polverulento, bisturi per il materiale incoerente e scalpelli per materiale più o meno coerente.

### 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 dovranno essere prelevate lavorando a secco; si potrà ricorrere ad un intervento ad umido solo quando l'operazione non potrà essere condotta altrimenti.

La carotatrice, utilizzata per rotazione, dovrà essere dotata di opportuna slitta in grado di garantire la perpendicolarità del taglio, dovrà essere dotata di regolatore di velocità.

Sarà necessario provvedere alla chiusura del foro, lasciato dalla carota, sul manufatto mediante riempimento 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 anche opportuno effettuare nel più breve tempo possibile una pesata del materiale per consentire un apprezzamento di massima del quantitativo di acqua libera, presente nel campione al momento del prelievo.

## **1.3. 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. NoRMaL-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 comunque 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. 74 – CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-MINERALOGICA DEL MATERIALE COSTRUTTIVO**

### **1.1. 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.

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, e il dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua d'assorbimento e di costituzione e delle sostanze organiche eventualmente presenti.

Queste analisi potranno essere integrate ad 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).

### **1.2. 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, diffrazione 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, la tessitura della roccia e l'aggregazione degli elementi costituenti. L'osservazione in sezione sottile permette quindi di analizzare:

- le fasi mineralogiche presenti, dal colore proprio del minerale, a Nicols incrociati, i caratteri legati alle proprietà cristallografiche dei singoli minerali e la forma dei cristalli;
- la tessitura e la struttura della roccia o intonaco analizzati.



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 NoMaL 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).

#### Diffrazione a raggi X

La diffrazione 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.

### **1.3. Analisi atte a determinare le 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 interponesse tra loro 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. 75 – 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. I

Il riconoscimento avviene per confronto con sostanze standard, eventualmente facendo uso di coloranti o ricorrendo alla fluorescenza ultravioletta.

### 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 microsonda 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. 76 – RILEVAMENTO DELLE ALTERAZIONI DOVUTE ALLA PRESENZA DI UMIDITÀ**

Ogni materiale ha una propria capacità di assorbimento (attitudine di un materiale ad assorbire l'acqua, che viene fissata nelle cavità interne).

L'altezza della risalita capillare è legata 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.

È possibile determinare sia la curva di assorbimento di acqua e della capacità di imbibizione del materiale mediante prove, per le quali sia richiesta una quantità di materiale piuttosto elevata (NoRMaL 7/81), consistenti nell'immersione totale del campione in acqua per pesate successive, che la capacità di adescamento dello stesso mediante misurazione della quantità d'acqua assorbita per capillarità da un campione posto a contatto con una superficie liquida, secondo una metodologia ed inconvenienti che sono i medesimi della prova di determinazione della curva di assorbimento e della capacità di imbibizione (NoRMaL 11/82).

### **1.1. 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 termoigrometrico) 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.

### Temperatura dell'aria

Potrà essere misurata mediante termometri a *mercurio* o *ad alcool*, che, basati sul principio della dilatazione termica, vengono utilizzati in laboratorio per la taratura ed il controllo degli altri tipi di strumenti, a *lamina bimetallica*, basati sulla deformazione che subisce una lamina bimetallica al variare della temperatura, a *termocoppia*, da utilizzarsi nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo, a *semiconduttori*, che rilevano la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura.

## 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: è sufficiente convogliare i suddetti raggi con un sistema ottico su un termometro a termocoppia ad alta amplificazione, per poter conoscere istantaneamente la temperatura di quel corpo.

## Misure contemporanee di differenti variabili e relativa registrazione

Si potranno utilizzare strumenti che non restituiscono dati in tempo reale, e che devono essere posizionati in sito per periodi prestabiliti, quali *termoigrografo*, che deve essere in grado di leggere e trascrivere i dati relativi sia all'umidità relativa che alle temperature; *termoigrometro*, che 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); *termoigrometro digitale*, che misurerà l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità mediante un sensore dell'umidità relativa.

## **1.2. Accertamento della presenza di umidità da risalita**

### **1.2.1. Metodi quantitativi**

#### Metodo ponderale su campioni in polvere

Si basa su 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, che verrà pesato 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 prelevamento 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:

- 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;
- inserimento del campione prelevato in uno specifico contenitore in vetro, o in polietilene, con tappo a tenuta, preventivamente pesato;
- esecuzione di una pesata complessiva, contenitore e campione.
- ulteriore pesata del campione estratto.
- 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.

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). Lo svantaggio consiste nel dovere eseguire un prelievo modesto ma distruttivo.

### **1.2.2. Metodi qualitativi**

#### 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, che potranno 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 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.

## **Art. 77 – INDAGINI SULLE CARATTERISTICHE DEI TERRENI**

### Prelievo dei campioni

Al fine di eseguire le prove di laboratorio sui campioni estratti l'appaltatore dovrà mantenere invariate le proprietà fisico meccaniche del terreno, prelevando mediante appositi utensili di campionamento dei campioni indisturbati.

*Per terreni coerenti a grana fine e a bassa o media consistenza dovrà utilizzare strumenti a pareti sottili, a pistone e a postone idraulica.*

*Per terreni coesivi ad elevata consistenza, non essendo possibile l'infissione dei campionatori a pressione, verranno usati strumenti a rotazione a doppia parete.*

I campioni prelevati dovranno essere trattati con cura proteggendoli da eventuali danneggiamenti, dall'irraggiamento solare, da fonti di calore, gelo, e da vibrazioni.

*Per la determinazione delle caratteristiche fisiche possono essere utilizzati anche campioni rimaneggiati prelevati da sondaggi o scavi.*

### Classificazione dei terreni

Le analisi dovranno essere effettuate presso laboratori accreditati sui campioni al fine di determinare gli indici che consentono di identificare e classificare i terreni. Le modalità saranno le seguenti:

- \_esecuzione del sondaggio nel terreno mediante apposita strumentazione;*
- \_prelievo e collocazione del campione in una apposita cassetta di catalogazione;*
- \_trasporto in laboratorio ed esecuzione di specifiche analisi.*

Le suddette analisi verranno effettuate per determinare la granulometria, ovvero le dimensioni dei granuli e le percentuali di peso delle frazioni di rocce sciolte mediante la vagliatura o la decantazione; il contenuto di umidità; il contenuto naturale di acqua definito dal rapporto tra il peso dell'acqua e il peso del materiale sciolto ed essiccato; la porosità e l'indice dei vuoti; il peso specifico assoluto assenza di porosità e quello apparente in relazione all'unità di volume allo stato naturale; i limiti di consistenza o le percentuali di acqua in relazione ai vari stati di consistenza, il limite liquido, plastico e di ritiro; gli indici di plasticità e di consistenza.

### Conoscenza delle caratteristiche meccaniche

Essendo i cedimenti sono una delle principali cause di dissesto imputabili al terreno fondale, la determinazione del rapporto tra i carichi applicati e le deformazioni è, quindi, di notevole importanza ai fini della valutazione della sicurezza statica.

La sua conoscenza consente di valutare il cedimento conseguente ad un carico gravante sul terreno e di fissare quello massimo ammissibile in funzione del cedimento limite consentito.

L'appaltatore dovrà, quindi, eseguire le prove meccaniche al fine di risolvere problemi di ordine geotecnico.

La definizione delle proprietà meccaniche dei terreni sarà necessaria per una corretta valutazione del comportamento dei terreni sottoposti al sovraccarico o per il calcolo di eventuali cedimenti.

Per l'esecuzione delle analisi di tipo meccanico in laboratorio sarà fondamentale eseguire il prelievo indisturbato del campione mediante doppio carotiere. Le modalità saranno le seguenti:

- \_esecuzione di sondaggio nel terreno, prelievo di campione indisturbato e sua collocazione in apposita cassetta di catalogazione nonché trasporto in laboratorio;*
- \_esecuzione di una serie di analisi per determinare la compressibilità, la capacità di un terreno di subire riduzioni di volume a seguito di sollecitazioni di sforzo normale, prova edometrica, la resistenza al taglio, deformazione dovuta al mutuo avvicinamento e scorrimento delle particelle solide, prove di taglio dirette e prove triassiali;*
- \_rilevamento di alcuni parametri fondamentali quali prova edometrica, modulo di compressibilità edometrica, indice di compressibilità, coefficiente di consolidazione e di permeabilità, prove di taglio dirette e triassiali, coesione e angolo di attrito interno, limite alla rottura per scorrimento.*

### Analisi stratigrafica

L'analisi dovrà consentire la conoscenza dei terreni sottostanti la fondazione dell'edificio, la loro successione litologica, i singoli spessori ed alcune delle loro caratteristiche principali.

L'appaltatore eseguirà l'indagine utilizzando esclusivamente sonde rotative che evitino il più possibile vibrazioni che siano dannose ai fini della stabilità della costruzione.

Mediante la ricostruzione del profilo stratigrafico del terreno fondale dovrà essere possibile determinare l'ottimizzazione dell'interazione tra il terreno e la struttura.

La suddetta analisi non dovrà essere eseguita in presenza di terreni coesivi, incoerenti e granulari in quanto difficilmente si riuscirà a prelevare un campione significativo. Le modalità saranno le seguenti:

\_esecuzione delle perforazioni ad andamento verticale e con diametri compresi tra i 75 e i 150 mm mediante doppio carotiere ad esclusiva rotazione, munito di corona diamantata;

\_prelievo indisturbato in profondità del campione di terreno da esaminare che verrà ordinato in opportune cassette di catalogazione;

\_invio dei campione di terreno presso laboratori certificati al fine di determinare la sezione stratigrafica e le caratteristiche meccaniche.

## **CAPO IV**

### **PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE**

#### **PARTE I-PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO**

#### **Art. 78 – AS OPERAZIONI DI ASPORTAZIONE, DEMOLIZIONE E SMONTAGGI**

##### **AS 1. GENERALITÀ**

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 7 gennaio 1956, n.164 (in modo particolare articoli 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76).

Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai, ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, allo scopo di non provocare eventuali danneggiamenti alle strutture residue e al contempo prevenire l'eventuale infortunio agli addetti al lavoro.

Si dovranno evitati anche incomodi, disturbi o danni collaterali. Tutte le suddette operazioni dovranno essere eseguite con una particolare attenzione per eludere la formazione di eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà divieto demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso di ponti di servizio, indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m d'altezza sarà fatto obbligo per gli operatori indossare cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Sarà assolutamente vietato gettare d'alto i materiali, che al contrario dovranno essere guidati a terra con idonei sistemi di canalizzazione, come, ad esempio, tubi modulari telescopici, la cui estremità inferiore si trovi ad un'altezza non superiore a 2 m dal livello di piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale dovrà essere protetta per evitare cadute accidentale di persone e cose. Ogni elemento del suddetto canale dovrà imboccare il successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere opportunamente rafforzati.

Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti, come, ad esempio, la carpenteria lignea, dovrà essere calato a terra con gru, montacarichi o con altri mezzi idonei. Inoltre per ridurre il sollevamento della polvere, prodotta durante i lavori, sarà consigliabile bagnare le murature e i materiali di risulta.

Prima di avviare la procedura sarà obbligatorio verificare il reale stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto dell'intervento e l'eventuale influenza statica sulle strutture corrispondenti e controllare l'effettiva disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua al fine di evitare i danni dovuti ad eventuali esplosioni o folgorazioni, nonché provvedere alla messa in opera di eventuali puntellamenti e alla messa in sicurezza mediante idonee opere revisionali delle parti del manufatto per quali, essendo ancora integre o pericolanti, non sia prevista alcuna rimozione.

Sarà necessario sia impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione, delimitandone l'area con un tavolato ligneo o con un altro materiale idoneo, che proteggere i luoghi di transito o stazionamento dall'eventuale caduta di materiale minuto dall'alto con protezione e barriere parasassi (mantovane).

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale demolito, necessario alle operazioni di scarico e trasporto, sarà consentito solo dopo la sospensione dello scarico dall'alto.

Si dovrà inoltre prevedere con opportuni segnali al rilevamento e classificazione dei materiali smontati al fine di consentirne un più agevole quanto fedele riposizionamento in sito.

Tutti i materiali riutilizzabili, di proprietà della stazione appaltante, dopo essere stati calati a terra ed opportunamente scalcinati e puliti in base alle tecniche prescritte dalla D.L., dovranno essere, una volta ordinate, custodite in luogo pulito, asciutto, eventualmente coperto con teli di pvc, ben ventilato, preferibilmente non a contatto diretto con il terreno, interponendo tra il terreno e il materiale di recupero pedane lignee o cavalletti, ed usando tutte le cautele possibili per evitarne il danneggiamento.

L'appaltatore provvederà al trasporto dei materiali di scarico, provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni, fuori dal cantiere in appositi luoghi (discariche pubbliche).

**AS**

## **2. INDAGINI PRELIMINARI (ACCERTAMENTO SULLE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVESTRUTTURALI)**

Prima di iniziare qualsiasi procedura di demolizione e/o rimozione, e più in generale qualsiasi procedura conservativa, soprattutto su manufatti di particolare pregio storico-architettonico, sarà, opportuno, operare una serie di indagini diagnostiche preventive finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati inerenti la natura del materiale e il suo relativo stato di conservazione.

Sarà, pertanto, necessario redigere una sorta di pre-progetto, che capace di far comprendere il manufatto interessato all'intervento, nella sua totalità e complessità e utile ai fini della ricostruzione delle stratigrafie murarie, consentirà di procedere in maniera corretta e attenta.

Il progetto d'indagine diagnostica non dovrà, soltanto anticipare l'intervento vero e proprio, ma ne dovrà anche far parte, guidando i lavori previsti, verificandone la validità e al contempo indicando eventualmente le nuove soluzioni.

## **AS 3. SMONTAGGIO DI STRUTTURE ORIZZONTALI**

La demolizione delle strutture orizzontali dovrà essere eseguita mediante la realizzazione di ponti di lavoro e d'opere di protezione (teli, pannelli rigidi ecc.) al fine di evitare la caduta sia del materiale che degli addetti ai lavori; Si procederà, quindi, rimuovendo in maniera ordinata tutte le eventuali travature, cornici, profilati, ecc.

La preparazione delle puntellature, atte a sostenere le parti che dovranno restare in opera, dovrà essere eseguita con particolare attenzione, così come gli accorgimenti necessari ad evitare il deterioramento dei materiali riutilizzabili come, ad esempio, la chiusura accurata dei fori delle vecchie imposte, non idonee per la nuova struttura.

Lo scarico immediato dei materiali di risulta dovrà essere effettuato evitando qualsiasi accumulo o caduta di materiali sugli orizzontamenti sottostanti.

### **AS 3.1. Strutture voltate**

Prima di iniziare lo smontaggio della struttura voltata, secondo una procedura che dipenda dalla tipologia ed apparecchiatura della volta stessa, nonché dalla natura del suo dissesto e dalle relative condizioni d'ambito, si provvederà all'esecuzione di "saggi di scopertura" e successiva messa in opera di puntellamenti, quali le strutture provvisorie di centinatura, e sbadacchiature al fine non solo di agevolare l'operazione in oggetto, ma al contempo garantire anche l'opportuna stabilità ai manufatti confinanti.

Particolare attenzione dovrà, infatti, essere rivolta a controbilanciare l'assenza di spinta esercitata dalla volta, il cui smontaggio, nel caso specifico della volta a botte, si attuerà per cantieri frontali, procedendo dal centro verso le imposte.

## **AS 4. ASPORTAZIONE DI INTONACI**

La procedura di asportazione parziale o totale degli intonaci dovrà essere preliminarmente preceduta da una preventiva saggiatura dell'area oggetto d'intervento, mediante percussione sistematica sulla muratura con le nocchie della mano, al fine di individuare le zone compatte e al contempo delimitare il perimetro di quelle che, in fase di distacco, si presentino gonfiate e formanti sacche.

Successivamente si provvederà all'accurata rimozione dalla superficie degradata dell'intonaco per tutto lo spessore fino al vivo della muratura, procedendo dall'alto verso il basso per porzioni limitate e di modesto peso, inclusa l'eliminazione manuale di lembi d'intonaco rigonfiati di notevole spessore.

La suddetta rimozione potrà essere eseguita preferibilmente con mezzi manuali, quali mazzette, punte, scalpello o martelline, o, qualora la durezza dello strato d'intonaco o l'estensione della superficie interessa lo richiedano, con mezzi meccanici, però di modesta entità, quali vibroincisori o piccoli martelli pneumatici, avendo però sempre particolare cura di non intaccare sia il supporto murario, che al contrario dovrà presentarsi integro, ovvero privo di scanalature e/o rotture di elementi appartenenti all'apparecchio murario, sia le superfici limitrofe non interessate alla procedura.

Si dovrà anche evitare di danneggiare infissi, serramenti e più in generale i componenti edilizi (ad esempio, modanature e profili), posti nelle immediate vicinanze e/o nella zona sottostante l'intervento.

Il materiale di scarto, soprattutto nel caso di intonaci a calce, dovrà essere recuperato con un tavolato rivestito con teli di nylon, e successivamente custodito in cumuli, ricoperti per al fine di riutilizzarlo per la messa in opera di eventuali rappezzi.

L'operazione di spicconatura si concluderà con la pulitura di fondo per mezzo di scopinetti e/o spazzole di saggina al fine eliminare dalla ogni traccia di polvere e di residuo pulverulento.

## **AS 5. RIMOZIONE E SMONTAGGIO DI PAVIMENTI**

L'operazione di rimozione dei pavimenti dovrà essere limitata al solo pavimento e alla malta di allettamento, mentre il restante sottofondo dovrà essere pulito e accuratamente spianato al fine di eliminare qualunque irregolarità.

La rimozione potrà essere preferibilmente eseguita con mezzi manuali, quali mazzetta e scalpello, ponendo particolare agli impianti posti sotto il pavimento, provvedendo al necessario ripristino in caso rottura provocata durante le demolizioni.



## **Art. 79 – PCN ml. OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI LAPIDEI**

### **PCN ml. 1. GENERALITÀ**

Le operazioni di preconsolidamento, che richiederanno maestria di messa in opera, potranno anche essere ripetute con tempi piuttosto lunghi in modo tale da permettere ai collanti utilizzati di fare presa prima di iniziare i cicli di pulitura, pena la perdita di frammenti e scaglie originali.

Avendo la suddetta procedura una funzione esclusivamente preventiva e conservativa, si dovranno preferire adesivi che, essendo deboli e chimicamente reversibili, potranno, quindi, essere sciolti nuovamente ed asportati facilmente oppure paste piuttosto magre (rapporto legante inerte molto basso).

Sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di preconsolidamento e/o utilizzo di prodotti senza l'esecuzione preventiva, sotto il controllo della D.L., di campionature pre-intervento, che dovranno essere necessariamente catalogate ed etichettate.

Su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero miscele di due liquidi rapporto volume/volume), o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzate, incluse le modalità ed i tempi di applicazione.

### **PCN ml. 2. PONTI DI MALTA MAGRA E/O RESINA**

Questo tipo di operazione, che in genere precederà la procedura di stuccatura o sigillatura dei conci di pietra, avrà lo specifico compito di "mettere in sicurezza" e rendere solidali tra loro le parti, quali scaglie, frammenti o fratture dei conci lapidei, che altrimenti potrebbero distaccarsi o andare perduti durante le successive operazioni di pulitura.

Per sorreggere scaglie lapidee leggere e non più ampie di una mano, si potrà impiegare come collante una malta magra (l'impasto dovrà contenere poca calce, così da essere più facilmente rimosso dopo la pulitura) rapporto calce inerte 1:4 o 1:5 con granulometria molto fine (carbonato di calcio o polvere di pomice) in piccole porzioni.

Si tratterà, quindi, di mettere in opera deboli stuccature che potranno essere stese con spatole a doppia foglia piatta o con cazzuolini, e che dovranno essere posizionate, se non diversamente specificato, come ponti di collegamento tra i frammenti in fase di distacco e la massa principale.

Si potrà scegliere di impiegare o una malta che, dopo la presa, presenti un colore in forte contrasto con l'apparecchio limitrofo in modo da risultare ben identificabile come stuccatura provvisoria, oppure lo stesso impasto (sia a base di malta sia a base di resine sintetiche) pensato per le stuccature definitive (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici riguardanti le stuccature e i consolidamenti), avendo però cura di stenderlo in maniera piuttosto puntuale al fine di mettere in opera solo quei "ponti di collegamento", che verranno poi completati con le successive operazioni di pulitura.

### **PU ml. 3. MICRO-INIEZIONI DI MISCELE A BASSA PRESSIONE**

Questo tipo di operazione sarà indirizzato verso la riadesione di modeste parti di intonaco o scaglie di laterizio sollevate.

Queste micro-iniezioni potranno essere effettuate in prossimità di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate; mentre in loro assenza si potranno creare dei microfori con l'ausilio di idonei punteruoli o micro-trapani manuali.

Previo pulitura della fessurazione con una miscela di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) allo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e, al contempo, di verificare l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire, si procederà all'iniezione, con l'ausilio di normali siringhe di plastica (da 10 cc o 20 cc), procedendo attraverso i fori o le soluzioni di continuità poste nella parte più bassa per poi avanzare, verso quelle più in alto.

Per gli intonaci, si potranno utilizzare iniezioni di una miscela composta da calce aerea diluita con percentuale del 5-10% di resina, eventualmente caricata con carbonato di calcio o metacaolino micronizzato ed additivata con gluconato di sodio, oppure, nei casi di distacchi più consistenti, come, ad esempio, in presenza di scaglie di laterizio, con polvere di coccio pesto vagliata e lavata o sabbia silicea ventilata.

In caso di d'estrema urgenza o di murature umide, si potrà utilizzare calce idraulica naturale NHL 2, esente da sali solubili, additivata con cariche pozzolaniche ventilate, al fine di ottenere un solido ancoraggio nel giro di 20-30 minuti.

In presenza di una porzione consistente d'intonaco spanciato che minacci, quindi, di distaccarsi del tutto dal supporto, sarà utile affiancare all'operazione di preconsolidamento quella di presidio provvisorio temporaneo mediante la messa in opera, alla distanza di circa 2-3 cm, di un tavolato continuo in legno, protetto nella faccia verso il manufatto da un foglio di Alluminio o da un film plastico in Polietilene (tipo *Domopak*), preventivando anche il successivo riempimento dello spazio tra il presidio e l'interfaccia dell'intonaco, precedentemente protetto con foglio di alluminio, con materiale morbido tipo gommapiuma o schiuma di poliuretano.

## Art. 80 – PU ml. OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LAPIDEI

### PU ml. 1. GENERALITÀ

Le operazioni preliminari necessarie a salvaguardare l'integrità del materiale e al contempo garantire un'efficacia più o meno incisiva dell'intervento di pulitura comprenderanno:

*\_analisi* puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di ottenere un quadro esplicativo della natura, compattezza ed inerzia chimica;

*\_analisi* dei prodotti di reazione al fine di identificare l'effettiva consistenza, natura e reattività chimica;

*\_preconsolidamento* (preferibilmente reversibile), se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;

*\_analisi* del sistema di pulitura prescelto su campionature di materiale;

*\_analisi* dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

L'operazione di pulitura avrà in genere lo scopo di eliminare dalla superficie del materiale, oggetto dell'intervento, qualunque deposito incoerente, e in particolare quello che è causa del suo deterioramento, mediante il ricorso a sistemi la cui maggiore o minore aggressività dipende dalla difficoltà di esportazione connessa alla natura dello deposito stesso:

*\_deposito incoerente*, ossia particellato atmosferico terroso o carbonioso, che non coeso con il materiale o derivato da reazione chimica, depositato per gravità, o perché veicolato da acque meteoriche, o di risalita (efflorescenze saline), e per la cui eliminazione sarà sufficiente il ricorso a sistemi piuttosto semplice da applicare, quali, ad esempio, stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori, eventualmente integrandoli con bisturi piccole spatole e lavaggi con acqua;

*\_deposito incoerente*, ossia particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc., che tende a solidarizzarsi alla superficie del materiale mediante un legame meccanico, senza però attaccarne la natura chimica del materiale, e per la cui eliminazione sarà opportuno prevedere cicli di pulitura piuttosto consistenti, quali ad tecniche a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbiatura controllata ecc.

*\_strato superficiale*, derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne volatili o solide con il materiale di finitura, da cui derivano prodotti di reazione quali, ad esempio, croste (prodotti gessosi) e ruggine (ossidi di ferro).

I materiali lapidei, appartenendo alla categoria dei materiali a pasta porosa, sono particolarmente soggetti all'azione disgregante operata dalle condizioni al contorno; di conseguenza la superficie, che è generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici, risulta sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che, con il trascorrere del tempo, inducono alla formazione di una patina superficiale che, non dannosa, rappresenta invece una sorta di protezione naturale del materiale del quale si limita semplicemente ad alterarne l'aspetto cromatico.

Sono invece le sostanze inquinanti attualmente presenti nell'atmosfera ad ostacolare, attaccando direttamente i materiali lapidei, la formazione della patina di cui si è detto, favorendo invece la disgregazione del materiale e l'insorgenza di "croste nere", la cui presenza, oltre a provocare il distacco di frammenti per effetto della conseguente accentuazione delle variazioni termiche ed accelerazione del fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra, finisce con il mascherare le policromie originali (gioco di luci e ombre) degli apparati decorativi.

Di conseguenza, l'intervento di pulitura sui materiali lapidei dovrà essere indirizzato all'eliminazione delle cause principali del lento deteriorarsi della materia, quali efflorescenze e macchie, ma soprattutto croste nere, perché, essendo la fonte più pericolosa di sali solubili, fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti.

Nel caso in cui si ricorra ad un sistema di pulitura per il quale piuttosto considerevole è impiego d'acqua, come, ad esempio, quello ad acqua atomizzata, prima di iniziare la procedura di pulitura si dovrà accuratamente pianificare in cantiere il sistema di raccolta e convogliamento delle acque, provvedendo

anche all'adeguata protezione (teli impermeabili) delle parti (serramenti e vetri) che, non pur essendo interessate all'intervento, potrebbe comunque danneggiarsi durante l'esecuzione della procedura.

## **PU ml. 2. SISTEMI DI PULITURA PER GLI ELEMENTI LAPIDEI**

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno.

La superficie a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, ossia una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale.

Attualmente, le sostanze inquinanti, presenti nell'atmosfera, ostacolano la formazione della patina, attaccando direttamente i materiali lapidei e favorendone così la disgregazione e l'insorgenza di croste nere.

L'intervento di pulitura dovrà, quindi, essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc., che provocano il lento deterioramento della materia, e al contempo, laddove sia presente, provvedere anche conservarne la cosiddetta "patina naturale".

### Le croste nere

che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale.

Infatti, oltre a mascherare le policromie, annullano l'originale gioco di luce e di ombre, caratteristici degli apparati decorativi, costituendo così una pericolosa fonte di sali solubili: la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti.

La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, accelerare il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra, provocando il distacco di frammenti.

## **PU ml. 3. PULITURA MEDIANTE SPRAY DI ACQUA A BASSA PRESSIONE**

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi.

Sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%), poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale.

La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm), proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta.

L'acqua da impiegare in questi casi dipenderà dalla natura del materiale (anche se nella pratica si ricorre spesso all'acqua di rubinetto): in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, dove si risconteranno problemi di solubilità di carbonato di calcio si impiegheranno acque a grana molto fine mentre, per graniti e rocce silicate si potrà utilizzare acqua distillata ovvero deionizzata, la cui produzione avverrà in cantiere tramite l'utilizzo di appropriata apparecchiatura con gruppo a resine scambioioniche di adeguata capacità.

Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, dovuta al moderato ruscellamento, grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi.

Occorre inoltre tener presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura: l'intervento non dovrà, infatti, mai superare i 15-20 minuti consecutivi

È altresì consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo che alla lenta evaporazione (la temperatura esterna non dovrebbe essere mai sotto i 14°C).

## **PU ml. 4. PULITURA MEDIANTE ACQUA ATOMIZZATA**

Il sistema di pulitura mediante acqua atomizzata è molto simile alla tecnica mediante *spray d'acqua nebulizzata* (nella quale la nebulizzazione del liquido che, tramite ugelli a cono vuoto, dotati di pinze, posizionati a 30-40 cm dalla superficie e caratterizzati da un orifizio molto piccolo con diametro tra i 0,41 e i 0,76 mm, permette di invadere la superficie da trattare obliquamente e quasi senza pressione, con una fitta nebbia di goccioline, del diametro di circa 1/10 mm; l'applicazione dovrà essere effettuata esclusivamente durante la stagione calda, mai con valori minimi della temperatura esterna inferiori a 17°C.), con la differenza che, in questo caso, lo spruzzo d'acqua è costituito da goccioline ancora più piccole.

I tempi di applicazione sono più lunghi di quelli previsti per la *nebulizzazione*: l'applicazione continua della nebulizzazione sulla superficie, che è in funzione della consistenza dei depositi e della natura del materiale, non dovrà superare mai i 15 minuti consecutivi per evitare che le murature s'impregnino eccessivamente, in condizioni "normali" il consumo d'acqua potrà essere valutato in 4 l/h per ugello.

Mediante l'uso di apposite camere di atomizzazione l'acqua si ridurrà in un aerosol costituito da un numero elevato di finissime goccioline, che fuoriusciranno da ugelli connessi ai lati delle camere mediante condutture flessibili: aumenterà, quindi, l'azione solvente dell'acqua nei confronti dei sali solubili e dei leganti delle croste nere, mentre diminuirà l'azione meccanica, limitandosi ad un debole ruscigliamento sulle superfici sottostanti.

Si ricorrerà a questa tecnica che è in grado di asportare dalle superfici lapidee (anche porose) di natura carbonatica, parte dei sali solubili, i depositi polverulenti e/o carboniosi, ed ogni qualvolta si dovrà eseguire la pulitura su porzioni particolarmente delicate, come, ad esempio, apparati decorativi, fregi, modanature e/o superfici particolarmente degradate, ossia decoese.

Considerata inoltre la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura, si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate all'articolo sulle generalità.

## **PU ml. 5. PULITURA MECCANICA**

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende tutta una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare.

Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica sarà strettamente connessa all'abilità ed alla sensibilità dell'operatore, che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni).

La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon, bisturi, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentate da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfrese (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.).

La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari anche se, la bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale.

In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto).

Considerato l'impatto che potrà avere l'intervento sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione gradualmente in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento.

## **PU ml. 6. PULITURA MEDIANTE IMPACCHI ASSORBENTI**

Le argille assorbenti, come la sepiolite e l'attapulgit, sono dei silicati idrati di magnesio, mentre la polpa di cellulosa è una fibra organica ottenuta da cellulose naturali (disponibile in fibre di lunghezza variabile da 40 a 1000  $\mu$ ); mescolate insieme all'acqua.

Si tratta di sostanze che sono in grado di formare una sorta di fango capace di esercitare, una volta che sia contatto con le superfici lapidee e opportunamente irrorato con acqua (o con sostanze chimiche), un'azione, di tipo fisico, di assorbimento di liquidi in rapporto al proprio peso.

La pulitura mediante impacchi assorbenti risulterà vantaggiosa, oltre che per l'asportazione dei sali solubili, per la rimozione dalle superfici lapidee di strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, intorno a 1 mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali); saranno inoltre capaci di ridurre le macchie di ossidi di rame o di ferro.

Il vantaggio del loro utilizzo risiederà nella possibilità di evitare di applicare direttamente sulla superficie sostanze pulenti (in special modo quelle di natura chimica) che, in alcuni casi, potrebbero risultare troppo aggressive per il substrato.

La tipologia d'impacco dipenderà dal grado di persistenza e dalla solvenza dello sporco da rimuovere.

Si dovrà comunque tenere presente che gli impacchi non risulteranno particolarmente adatti per asportare croste spesse, e in caso di materiali porosi e/o poco coesi sarà opportuno interporre sulla superficie carta giapponese o klinex al fine di non rendere traumatica l'operazione d'asportazione.

Prima di applicare l'impacco sarà opportuno operare lo "sgrassamento" e la rimozione di eventuali incrostature superficiali mediante solventi come acetone, cloruro di metilene ecc., e, laddove risultasse possibile, effettuare un lavaggio con acqua (nebulizzata o atomizzata) in modo da asportare i depositi meno coerenti ed ammorbidire gli strati carboniosi più consistenti.

In presenza di efflorescenze, prima di procedere con l'operazione, si dovrà provvedere alla loro asportazione meccanica tramite lavaggio con acqua deionizzata e spazzolino.

**PU ml.**

#### **6.1. PULITURA MEDIANTE IMPACCHI ASSORBENTI**

##### **A BASE DI ACQUA (estrazione sali solubili)**

L'impacco acquoso consisterà nell'applicare direttamente sulla superficie, preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata, di argille assorbenti (sepiolite o attapulgitte con granulometrie comprese tra i 100 e i 200 Mesh) o polpa di carta (fibra lunga 600-1000  $\mu$ ), previa messa in opera, dove necessario, di klinex o fogli di carta giapponese, indispensabili per interventi su superfici porose e/o decoese.

La preparazione dell'impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a raggiungere una consistenza pastosa che sia tale da consentirne l'applicazione con l'ausilio di spatole, pennelli, o, più semplicemente con le stesse mani, in spessori variabili a seconda delle specifiche dettate dalla D.L., e che in genere sarà di 2-3 cm per le argille e di 1 cm per la polpa di carta.

La permanenza dell'impacco sulla superficie, che sarà strettamente relazionata al caso specifico, farà comunque riferimento alle indicazioni dettate dalla D.L. in base a prove preventive effettuate su campioni (circa 10x10 cm).

Il tempo di contatto, variabile da pochi minuti a diverse ore, dipenderà dalla concentrazione delle soluzioni impiegate (da 5% a 130%, alle soluzioni sature) e dal tipo e consistenza del degrado che dovrà essere rimosso.

La plasticità dell'impacco potrà essere migliorata aggiungendo all'acqua e all'argilla quantità variabili di attapulgitte micronizzate.

Gli impacchi, che dovranno essere eseguiti con temperature non inferiori a 10°C, se applicati durante un periodo caldo, o comunque in presenza di vento, al fine di rallentare l'evaporazione del solvente, potranno essere protetti esternamente con strati di cotone o teli di garza imbevuti di acqua demineralizzata e preventivamente coperti con fogli di polietilene, muniti di un'apertura dalla quale verrà garantito l'inumidimento della superficie sottostante.

La poltiglia potrà essere rimossa quando, una volta asciutta, questa formerà una crosta squamosa ed incoerente in grado di distaccarsi dal supporto in quanto non più aderente alla superficie.

I frammenti di pasta cadranno da soli, o comunque potranno essere rimossi con facilità aiutandosi con pennello o spatola.

Il supporto dovrà essere lavato con acqua demineralizzata, nebulizzata a bassa pressione in modo da riuscire ad asportare tutto il materiale assorbente aiutandosi, se necessario, anche con spazzole e pennelli di setola di nylon morbidi.

Sia l'attapulgitte, che sarà in grado di assorbire, oltre l'acqua, anche gli oli, che la sepiolite saranno in grado di assorbire una grande quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un kg di attapulgitte è in grado di assorbire 1,5 kg d'acqua senza rigonfiare).

Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate.

In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa, perché più facile da rimuovere rispetto alle argille.

**PU ml.**

#### **6.2. PULITURA MEDIANTE IMPACCHI ASSORBENTI**

##### **A BASE DI SOSTANZE CHIMICHE**

In presenza di sostanze patogene particolarmente persistenti, quali croste poco solubili, gli impacchi potranno essere additivati con dosi limitate di sostanze chimiche, nel cui caso l'operazione dovrà essere portata a compimento da personale esperto che, prima di estendere il procedimento a tutte le zone che necessiteranno dell'intervento, eseguirà delle limitate tassellature di prova al fine di definire con esattezza i tempi di applicazione e valutare i relativi effetti.

Le sostanze chimiche, a base di solvente o di sospensioni ad azione solvente con le quali si potranno additivare gli impacchi, dovranno avere una limitata tossicità, bassa infiammabilità, adeguata velocità di evaporazione oltre ad una composizione prettamente pura.

Un solvente troppo volatile non riuscirà infatti a soluzione in tempo il deposito, così come un solvente con alto punto d'evaporazione finirà con il ristagnare sulla superficie.

Si potrà ricorrere a prodotti basici o a sostanze detergenti quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio.

Le sostanze a reazione alcalina più o meno forte, come l'ammoniaca, i bicarbonati di sodio e di ammonio, saranno utilizzate soprattutto per saponificare ed eliminare le sostanze grasse delle croste a legante organico e, in soluzione concentrata, saranno anche in grado di attaccare incrostazioni scure spesse e scarsamente idrosolubili.

L'utilizzo dei detergenti, che saranno in grado di diminuire la tensione superficiale dell'acqua incrementandone così l'azione pulente, consentirà di stemperare le sostanze organiche (oli e grassi), di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati e di compiere un'azione battericida con il vantaggio di poter essere asportati insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo.

**PU ml.**

### **6.3. PULITURA MEDIANTE IMPACCHI ASSORBENTI**

#### **A BASE DI CARBONATO E BICARBONATO D'AMMONIO**

Il Carbonato e il Bicarbonato di Ammonio, veicolati nella maggior parte dei casi con impacchi di polpa di cellulosa, sono sali solubili in acqua ai quali si potrà ricorrere in percentuali che varieranno da 5% a 100%, secondo i casi, potranno essere utilizzati sia da soli che in composti e, non di rado, a questa tipologia di impacchi si potranno aggiungere quella delle resine a scambio ionico con effetto solcante, applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata in rapporto variabile e in base alla consistenza finale che si vorrà ottenere per effettuare il trattamento (i tempi di applicazione sono, anche in questo caso, da relazionarsi ad opportuni test preventivi).

Il Carbonato e il Bicarbonato di Ammonio decompongono spontaneamente originando prodotti volatili, che di norma risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore.

La liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità, che è maggiore per il Carbonato che non per il Bicarbonato, consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie.

Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in Solfato di Ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso.

Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata), mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata).

L'uso del Bicarbonato d'Ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

In presenza di efflorescenze visibili sarà utile un'anticipata rimozione meccanica delle stesse allo scopo di evitare la loro solubilizzazione e conseguente compenetrazione in seguito alla messa in opera dell'impacco.

*Specifiche sui materiali:* si rinvia ai punti 7-Resine a scambio ionico e 8-Polpa di cellulosa dell'articolo art.62 –Materiali per la pulizia dei manufatti lapidei– del capo II “Qualità e provenienza dei materiali”.

*Avvertenze:* l'applicazione degli impacchi chimici dovrà essere fatta dal basso verso l'alto in modo da ovviare pericolosi ed incontrollabili fenomeni di ruscellamento e al fine di ogni applicazione si procederà all'asportazione di ogni traccia di sostanza chimica, ricorrendo sia ad un accurato risciacquo manuale con acqua deionizzata sia, se indicato dalla scheda tecnica del prodotto, all'ausilio di apposite sostanze neutralizzatrici.

I vantaggi degli impacchi, indipendentemente dalla tipologia, risiedono nella loro non dannosità, nel basso costo (le argille sono riutilizzabili previo lavaggio in acqua) e nella facilità di messa in opera, non solo ma se si userà una miscela di polpa di carta più argille assorbenti (in rapporto 1:1) si potranno sfruttare le caratteristiche migliori di entrambe.

L'impacco che ne deriverà dovrà presentarsi morbido e malleabile tale da permettere l'applicazione sulle zone interessate senza cadute di materiale o percolazione di liquido in eccesso sulle zone limitrofe, per contro gli svantaggi risiedono nella lentezza dell'operazione e nella relativa non controllabilità.

**PU ml.**

## **7. PULITURA MEDIANTE APPARECCHI AEROABRASIVI (SISTEMA JOS)**

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata su ogni tipo di pietra naturale, granito, arenarie, marmo e travertino, al fine di rimuovere dalle superfici lapidee particellato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni.

Un metodo di pulitura aeroabrasiva è il sistema Jos che, sfruttando una spirale di tipo elicoidale a bassissima pressione (0,1–1 bar) consentirà di operare interventi di pulitura, sia a secco (utilizzando aria e inerti di varia granulometria) che ad umido (impiegando aria, inerti e bassi quantitativi di acqua che variano da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da rimuovere).

La scelta degli inerti (tra i quali i più adatti sono: il carbonato di calcio, bianco di Spagna, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato, pula di riso) verrà fatta in base al tipo ed alla consistenza della sostanza patogena da asportare, e in ogni caso si tratterà sempre di sostanze neutre non tossiche con granulometria di pochi micron (da 5 a 300  $\mu\text{m}$ ) e con durezza che potrà variare da 1-4 Mohs utilizzati, talvolta, con spigoli arrotondati, così che si potranno evitare fenomeni di microfratture, forti abrasioni o modificazioni delle alterazioni del materiale lapideo.

Tenendo conto che la distanza che dovrà intercorrere tra l'elemento di immissione (ugello) e il materiale che normalmente dovrà variare tra i 35 cm e i 45 cm, si procederà con la proiezione a vortice elicoidale degli inerti che colpiranno la superficie, seguendo più angoli d'incidenza secondo direzioni subtangenziali.

Il sistema Jos eviterà anche l'insorgenza di un'azione abrasiva sul materiale, poiché la pressione dell'aria compressa diminuirà approssimativamente in proporzione al quadrato della distanza dall'ugello, mentre la rotazione rimarrà inalterata.

### Il sistema Jos a secco

sarà indicato per superfici molto porose, o molto deteriorate, applicato ad una distanza dal supporto di circa 40-45 cm e con una pressione di impatto non superiore agli 1,5 bar.

Per superfici di marmo, granito e travertino si utilizzerà carbonato di calcio come inerte (in grani da 300  $\mu\text{m}$  di diametro emessi da una distanza di circa 30-40 cm con pressione dell'impianto pari a 2 bar in modo che, l'impatto sulla pietra, sia pari a 0,4-0,5 bar).

### Il sistema Jos a umido

sarà indicato per superfici non eccessivamente porose, così da evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado legati all'infiltrazione in profondità d'acqua.

Si utilizzerà acqua lievemente dura per la pulitura di calcarei teneri, acqua dolce sarà utilizzata per la pulitura di pietre silicee mentre, per rocce silicatiche e graniti, s'impiegherà acqua deionizzata.

In ogni caso, il consumo di acqua sarà in relazione al tipo e alle dimensioni dell'ugello utilizzato (per ogni 2 m<sup>2</sup> di superficie pulita: ugello piccolo 1 l, ugello standard 6 l), occorrerà inoltre sempre procedere con estrema cautela, previa analisi delle caratteristiche intrinseche della pietra da trattare, in modo da evitare interventi troppo aggressivi che potrebbero implicare sia l'erosione del materiale, sia un'eccessiva, quanto dannosa, impregnazione di acqua.

**PU ml.**

## **8. PULITURA SECCO CON SPUGNE WISBAB**

Questo tipo di pulitura, che potrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte e non friabili, sarà utilizzata per asportare depositi superficiali relativamente coerenti ed aderenti alla superficie di apparecchi in pietra, soffitti lignei, affreschi, pitture murali, carte da parati ecc. mediante l'utilizzo di particolari spugne costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa, in base al tipo prescelto, di colore giallo, supportata da una base rigida di colore blu.

L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi, mentre non saranno particolarmente adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente, come croste nere, ed altre sostanze che sia già penetrate in profondità.

La massa spugnosa, esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presenta un pH neutro e contiene saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente.

L'intervento di pulitura risulterà estremamente semplice: esercitando una leggera pressione che sia tale da produrre granuli di impurità, si strofinerà la superficie da trattare con passate omogenee a pressione costante con la spugna, seguendo sempre la stessa direzione dall'alto verso il basso e partendo dalle aree più chiare passando poi a quelle più scure; in questo modo lo sporco e la polvere si legheranno alle particelle di spugna che si sbriciolerà con il procedere dell'operazione senza lasciare rigature, aloni o



sbavature di sporco, grazie alla continua formazione di granuli si avrà anche l'auto pulitura della spugna. In presenza di sporco superficiale particolarmente ostinato, l'intervento potrà essere ripetuto.

A pulitura ultimata si procederà con la spazzolatura, mediante scopinetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida al fine di eliminare i residui del materiale spugnoso.

*Avvertenze:* in caso di pulitura di superfici dipinte per evitare l'asportazione del pigmento polveroso e disgregato oppure di quelli più deboli (azzurri, verdi, tinte scure) sarà consigliabile operare, prima della procedura di pulitura, un sistematico intervento di preconsolidamento.

## **PU ml. 9. MACROFLORA -GENERALITÀ**

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili, quali alghe, muschi, licheni, vegetazione superiore, il cui sviluppo, sulle superfici lapidee, è favorito dalla presenza di dissesti dell'apparecchio, come lesioni, cavità, interstizi, all'interno dei quali si può accumulare dell'humus (formato da depositi composti da particellato atmosferico e da organismi morti), sul quale i depositi di spore, trasportate dal vento, favoriscono la riproduzione di alghe muschi e licheni.

Le *alghe*, infatti, provocando sulla superficie un'azione meccanica corrosiva, agevolano la formazione d'ulteriori micro e microrganismi; mentre i *licheni* creano fenomeni di copertura, fratturazione, decoesione e corrosione; e i *muschi* coprono la superficie e, penetrati in profondità, svolgono un'azione meccanica di disgregazione.

La comparsa d'alghe, muschi e licheni, implica inoltre la presenza di un elevato tasso d'umidità che incrementa ulteriormente la persistenza agevolando l'accumulo e il ristagno delle acque.

La *vegetazione superiore*, a causa dell'azione distruttiva operata dalle radici radicatesi all'interno delle discontinuità, può comportare dei danni meccanici con conseguente possibile caduta del materiale.

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, soprattutto nel caso in cui siano rivolte alle piante infestanti, sarà opportuno:

\_identificare il tipo di vegetazione, erbacea o arbustiva, e la specie di pianta in modo da capire quanto profonde e resistenti potranno essere le loro radici;

\_prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi, penetrati in profondità, potrebbero causare alla struttura muraria;

\_definire la reale possibilità d'intervento sulle diverse specie presenti, e soprattutto accertare se esistono le circostanze necessarie per operare su tutta la superficie invasa.

Qualora si scelga di utilizzare i biocidi, questi, in base al compito specifico a cui dovranno assolvere, si distingueranno in:

\_prodotti indicati ad estirpare piante a foglia larga da quelli per piante a foglia stretta,

\_prodotti da assorbimento fogliare da quelli ad assorbimento radicale,

\_prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea da quelli arbusticidi,

\_prodotti come erbicidi "di contatto", che agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già sviluppate, dagli erbicidi "residuali", che penetrano anche nel terreno garantendo un'azione prolungata nel tempo.

I biocidi impegnati, indipendentemente dal tipo selezionato, dovranno essere incolori o trasparenti e con principi attivi poco solubili in acqua, presentare un basso grado di tossicità ed essere degradabili nel tempo, non provocare alcuna azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie.

Si dovrà inoltre evitare l'utilizzo di sostanze oleose o colorate al fine evitare la formazione sulla superficie trattata di residui di inerti stabili. Indipendentemente dal tipo di prodotto chimico selezionato l'applicazione potrà avvenire per

\_irrorazione, previa diluizione (normalmente 0,1-1%) del biocida in acqua, e conseguente applicazione sulla vegetazione. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree, mediante l'utilizzo di annaffiatori dotati di pompe manuali (da evitare pompe a pressione) o più specifici nebulizzatori;

\_iniezioni, previo taglio della pianta all'altezza del colletto radicale, di soluzioni acquose di biocidi (diluizione 1:10), direttamente nei canali conduttori della pianta, adatte soprattutto per piante lignificate di una certa consistenza, al fine di disperdere la soluzione al di fuori dell'area del trattamento, in modo da evitare i possibili fenomeni d'interferenza con il materiale lapideo;

\_impacchi, applicati al colletto della radice appena tagliato, particolarmente indicati contro le piante lignificate, mediante argille impregnate di biocida.

L'operatore che utilizza i biocidi dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

## **PU ml. 9.1 DISERBO DA PIANTE SUPERIORI**

Lo scopo della pulitura sarà l'asportazione dai materiali lapidei di vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea, con il ricorso ad un'operazione che potrà essere eseguita, preferibilmente nel periodo invernale, sia meccanicamente, mediante il taglio a raso con l'ausilio di mezzi a bassa emissione di vibrazioni, quali seghe elettriche, seghe manuali, forbici, asce, accette, sia ricorrendo all'uso di disinfestanti liquidi, selezionati seguendo le indicazioni riportate nell'articolo sulle generalità.

Le due operazioni potranno comunque coesistere nei casi in cui l'asportazione meccanica non risulterà risolutiva.

Si potrà ricorrere all'uso dei biocidi quando l'asportazione diretta delle piante, vive e con radice profonde, risulterà eccessivamente lesiva per il substrato, e in tutte le situazioni in cui, a causa di un abbandono piuttosto prolungato, le piante siano cresciute rigogliosamente.

L'uso dei biocidi non dovrà essere fatto nei periodi di pioggia, di forte vento o eccessivo surriscaldamento delle superfici al fine di evitare la dispersione o l'asportazione stessa del prodotto.

Tra i biocidi indicati ad estirpare organismi macrovegetali esistono anche i composti neutri della *triazina*, a bassa solubilità in acqua, e i *derivati dell'urea* che, presentando una scarsissima mobilità nel terreno, consentono di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe, circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate; la *clorotriazina* che, a causa dell'assorbimento radicale, risulterà particolarmente efficace per applicazioni al suolo su piante a foglia larga e a foglia stretta, e la *metossitriazina* che potrà essere utilizzata anche sulle murature.

La verifica dell'efficacia dei biocidi, indispensabile per procedere all'estirpazione della radice, avverrà dopo 30-60 giorni dalla loro applicazione.

L'applicazione del prodotto sulla vegetazione potrà essere realizzata seguendo le metodologie (irrorazione, iniezione ed impacco) ritenute più opportune dalla D.L.

L'operazione terminerà con un accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita a pressione moderata, così da garantire l'eliminazione di ogni traccia residua di biocida.

## **PU ml. 9.2 DISINFESTAZIONE DA ALGHE, MUSCHI E LICHENI**

Alghe, muschi e licheni, che crescono su substrati argillosi depositatesi sulle pietre e su queste si manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse, potranno essere asportati sia meccanicamente, anche se difficilmente risulterà completamente risolutiva, mediante l'ausilio di spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. e facendo attenzione a non intaccare la superficie, sia con biocidi.

Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci, la rimozione meccanica sarà preceduta dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di ammoniacale diluita in acqua al 5% al fine di ammorbidire la patologia e facilitarne l'asportazione.

L'uso dei biocidi, che potrà essere in alternativa o in correlazione alla rimozione meccanica utilizzandoli, sia nello specifico della patologia da rimuovere sia a vasto raggio d'azione; potrà avvenire a spruzzo, a pennello o ad impacco in relazione alle caratteristiche del prodotto prescelto.

Un'efficace risoluzione per l'asportazione di alghe, muschi e licheni prevede l'utilizzo di biocidi ad azione immediata quali: acqua ossigenata 120 volumi (l'operazione dovrà essere ripetuta a distanza di 24 ore fino alla totale "bruciatura" degli organismi vegetali), formaldeide in soluzione acquosa 0,1-1% ed ossido di etilene (ETO) al 10% in miscela gassosa di aria ed anidride carbonica; trascorso un tempo variabile tra i 5-15 giorni dall'ultimo trattamento biocida si procederà all'asportazione delle patine biologiche e depositi umiferi, che si manifesteranno fragili, ingialliti, secchi e/o polverulenti, mediante spazzolatura con spazzole di saggina.

Nello specifico si potrà anche ricorrere ai seguenti biocidi (il cui impiego implicherà tutte le precauzioni illustrate sia all'articolo sulle generalità sia a quello inerente il diserbo da piante superiori)

### alghicidi

che comprendono prodotti tra i quali i derivati del fenolo, sali di ammonio quaternario, composti organo metallici ecc., utilizzati sotto forma di soluzione o dispersioni acquose in concentrazione tra 1% e il 10%;

### lichenicidi

che comprendono i sali di ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici, e che, solubili in acqua, potranno essere applicati in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%).

Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo dell'idropulitrice (regolando la pressione in relazione alla consistenza del supporto) così da garantire la rimozione completa del prodotto.

## **Art. 81 – AG ml.      OPERAZIONI DI INTEGRAZIONI, STUCCATURE DEI MATERIALI LAPIDEI (AGGIUNTE)**

### **AG ml.      1. GENERALITÀ**

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei (termine con il quale si intenderà, oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti) sarà opportuno seguire una serie di operazioni preliminari volte alla conoscenza del materiale oggetto di intervento.

L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, a cui si dovrà porre molta attenzione in quanto fondamentale ai fini dell'efficacia e durabilità dell'intervento di "stuccatura-integrazione".

Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare e alla percentuale di lesioni, oltre che alla loro profondità ed estensione.

#### Verifiche preliminari

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni "dinamiche" (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); nel cui caso non basterà procedere con una semplice stuccatura della fessurazione, in quanto occorrerà anche identificare e, quindi, risolvere le cause che hanno procurato il suddetto dissesto.

L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà, quindi, lecito solo nel caso di fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

#### Asportazione di parti non compatibili

Si procederà, secondo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini di saggina, spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

#### Pulitura della superficie

Ciclo di pulitura con d'acqua deionizzata e successiva spazzolatura, o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo.

Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino.

Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie, derivate dalla presenza di Sali, si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura con i metodi e tecniche dettate dalle indicazioni della D.L., come ad esempio, impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua deionizzata.

Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante: prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

*Specifiche sulle stuccature:* saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo.

Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, così, se si verificasse un movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature.

Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NorMaL n. 20/85).

*Avvertenze:* sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.

Ogni campione dovrà essere catalogato ed etichettato e su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero miscela di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

## **AG ml. 2. STUCCATURE DI ELEMENTI LAPIDEI**

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di giunti di malta, fratturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, nonché infiltrazioni di acqua) un'adeguata resistenza.

Previo esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione, quali asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie, e bagnatura con acqua deionizzata si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi, secondo la profondità della lacuna da riempire: per le parti più arretrate sarà consigliabile utilizzare una malta a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo le indicazioni di progetto e la tipologia di lapideo (ad es., si utilizzeranno, preferibilmente, delle cariche pozzolaniche su materiali di natura vulcanica e degli inerti calcarei se si opererà su pietre calcaree); in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata (granulometria costituita da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%) ed una parte di cocci pesto; in alternativa al cocci pesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata (rapporto legante-inerte 1:3).

La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia o cazzuolini, evitando con cura di intaccare con la malta e/o con gli attrezzi le superfici non interessate, eventualmente mascherando le superfici limitrofe con un nastro di carta.

Nel caso in cui occorra preparare una malta particolarmente resistente a compressione si potrà ricorrere all'utilizzo di cemento bianco, esente da gesso e sali solubili, in quantità limitate, in quanto, presentando notevoli ritiri in fase di presa, eventuale sovradosaggio porterebbe alla costituzione di malte di eccessiva durezza, al ritiro e alla scarsa permeabilità al vapore acqueo.

La stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce ben stagionato (minimo 12 mesi, e se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione).

La carica dell'impasto sarà di pietra macinata, meglio se tritata a mano così da avere una granulometria simile a quella del materiale originale);

Si utilizzerà preferibilmente la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, di un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità, ma anche polveri di cocci pesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es., 1 parte grassello di calce; 1 parte pietra macinata; 2 parti di polvere di marmo fine).

Sarà inoltre consigliabile tenere l'impasto dello stucco asciutto in modo da favorire la pulitura dei lembi della fessura.

In alternativa si potranno effettuare stuccature di superficie invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra o altra carica con caratteristiche e granulometria simile.

*Specifiche sulle stuccature:* la scelta di operare la stuccatura a livello o in leggero sotto-quadro nella misura di qualche millimetro, così da consentirne la distinguibilità, dovrà rispondere principalmente a criteri conservativi.

Infatti, le integrazioni sottolivello di solito creano percorsi preferenziali per le acque battenti innescando pericolosi processi di degrado.

Gli impasti dovranno essere concepiti per esplicitare in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a quelle del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del litotipo.

A stagionatura ultimata si potranno verificare, in opera i seguenti intervalli di valori: modulo elastico 10-20000 N/mm<sup>2</sup>; resistenza meccanica compressione 30-50 N/mm<sup>2</sup>, flessione 7,5-9,5 N/mm<sup>2</sup>; adesione al supporto a trazione diretta 1-4 N/mm<sup>2</sup> (in funzione della scabrosità della superficie); permeabilità al vapore < 50μ e resistenza al passaggio CO<sub>2</sub> 1000-3000 μ.

#### Additivi organici

Le malte utilizzate potranno essere caricate, qualora le disposizioni di progetto lo prevedano, con additivi organici (in quantità < al 2-5%), quali resine acriliche in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante, o, nel caso in cui si utilizzi calce aerea, del colloide protettore che tende a trattenere l'acqua in modo da non far "bruciare" prematuramente la pasta da stucco.

Qualora, invece, venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale, come nel caso di stuccature si profonde ma non esposte ai raggi UV, ed un'alta resistenza meccanica sarà più opportuno impiegare resine termoindurenti come quelle epossidiche.

In ogni caso, salvo diverse disposizioni della D.L., il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1.

#### Colore stuccatura

Per consentire un'adeguata lettura cromatica si potrà additivare l'impasto con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre).

Il colore della pietra si raggiungerà amalgamando, a secco, le cariche fino ad ottenere il tono si esatto, ma più scuro in modo da bilanciare il successivo schiarimento che si otterrà aggiungendo la calce.

Effettuate le miscele di prova, si trascriveranno le proporzioni e si prepareranno dei piccoli campioni di malta su mattone o lastra di pietra, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale.

Per le stuccature che interesseranno porzioni di muro vaste si potrà preferire una soluzione cromatica in leggera difformità con la pietra originale.

#### Trattamento finale

A presa avvenuta, al fine di ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e/o tamponata, esercitando una leggera pressione, con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco e far emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta.

### **AG ml.**

### **3. RISARCIMENTO-STILATURA GIUNTI DI MALTA**

L'intervento prevederà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti plastici a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelle del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simile o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto.

Lo scopo della rabboccatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche.

L'operazione di stillatura dovrà essere evitata, previa rimozione, su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ossia muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previo esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari, ossia asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie, la procedura prevederà l'abbondante bagnatura con acqua pulita, soprattutto se il substrato è particolarmente poroso, del giunto in modo da garantire alla malta originale e alle superfici limitrofe la saturazione che è basilare per evitare che l'eventuale l'assorbimento del liquido dalla nuova malta ne comprometta la presa.

Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire.

Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm).

In alternativa alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche, quali pozzolana, o coccio pesto (coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2.

Questo strato di “fondo” si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiaretto o una piccola spatola metallica, facendo attenzione a non “sporcare” le superfici non interessate.

A questo scopo sarà conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva, come nastro di carta adesivo o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci, che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento.

Per la stilatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granolumetria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3.

La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a “stringere” la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida.

Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata, fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Nel caso in cui gli elaborati di progetto richiedano un giunto con finitura scabra, si potrà intervenire sulla malta della stilatura (appena questa abbia “tirato” ma sia ancora modellabile) “segnandola” con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida.

Si ricorda che la spazzola, che non dovrà mai essere di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi, non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabboccatura.

*Specifiche:* a seconda delle disposizioni di progetto l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno connotata; si potrà, infatti, eseguire una stilatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo, od ancora, sfruttando la granolumetria ed il colore degli inerti, si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la vecchia e la nuova malta.

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura “mimetica” si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granolumetria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata; alla granolumetria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiturali presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

#### Trattamento finale

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell'aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

### **AG ml. 4. TRATTAMENTO LACUNE DI INTONACO**

Il distacco d'interie porzioni (o di più strati tecnici) d'intonaco dalle superfici parietali implicherà delle evidenti discontinuità sull'apparecchio murario e l'inevitabile messa a nudo di parti di muratura che in questo modo si troveranno esposte all'aggressione degli agenti atmosferici; l'acqua potrà, infatti, penetrare facilmente all'interno della struttura veicolando agenti inquinanti che favoriranno l'insorgenza di degradi in superficie ed in profondità.

Al fine di ovviare a quest'inconveniente, si potrà intervenire proteggendo le porzioni scoperte del muro, ripristinando la parte d'intonaco mancante.

#### **AG ml. 4.1. Rappezzo di intonaco**

Previo attenta valutazione del reale stato conservativo del supporto, il rappezzo d'intonaco dovrà relazionarsi sia all'intonaco ancora presente sulla superficie sia alla natura della muratura garantendo, per entrambi, un'efficace adesione, l'affinità fisico/chimica e meccanica.

Il rappezzo dovrà essere, infatti, realizzato con un intonaco compatibile con il supporto e simile a quello esistente per spessore e numero di strati, composizione e traspirabilità; anche i coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili a quelli dei materiali esistenti così da garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni (pioggia battente, vapore, umidità ecc.).

La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie: dall'analisi della rimanenza si dedurranno le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati combinati tra loro (rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante).

Prima di procedere con il rappezzo, la superficie dovrà essere preparata, ossia la muratura interessata dall'intervento dovrà essere sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità), scabra (mediante picchiatura, bocciardatura ecc.) e pulita (priva di sali e/o patine) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto.

Successivamente, si eseguirà l'inumidimento della muratura tramite pennello imbevuto d'acqua o, mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale: in caso contrario, una parete asciutta potrebbe assorbire eccessivamente l'acqua presente nell'impasto provocando il ritiro della malta.

Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti.

La preparazione della malta, se avverrà in cantiere, dovrà essere fatta in contenitori puliti, privi cioè di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, facendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua (sarà consigliabile iniziare l'impasto con circa 2/3 della quantità d'acqua necessaria aggiungendo, durante le fasi di lavorazione, la parte rimanente) in modo da evitare la formazione di impasti o troppo fluidi o poco lavorabili,

Lo scopo dovrà essere quello di ottenere una consistenza tale da garantire la capacità di adesione fino all'avvenuta presa sul supporto (la malta dovrà scivolare dalla cazzuola senza lasciare traccia di calce sulla lama).

Il dosaggio degli ingredienti dovrà essere fatto con estrema cura e precisione, evitando, dove sia possibile, di ricorrere a metodi di misurazione troppo approssimativi (pala o badile) in modo da riuscire ad ottenere formulati con caratteristiche che siano quelle indicate e richieste dal progetto.

La quantificazione in cantiere potrà avvenire prendendo come riferimento un'unità di volume identificata in un contenitore facilmente reperibile in sito, come il secchio da muratore che corrisponde a circa 12 l (0,012 m<sup>3</sup>), e/o la carriola, che avrà una capacità di circa 60 l, circa cinque secchi, (0,060 m<sup>3</sup>).

L'impasto potrà essere eseguito a mano lavorando i componenti su di un tavolato, e mai sul terreno, o ricorrendo ad attrezzature meccaniche quali piccole betoniere o impastatrici.

Compiuta la pulitura, e se necessario anche il consolidamento, dei margini del vecchio intonaco si procederà all'applicazione sulla parete del rappezzo seguendo i diversi strati indicati da progetto.

Previa bagnatura del muro, verrà applicato il rinzafo in malta morbida con aggregati a grana grossa 1,5-5 mm in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio.

A presa avvenuta, previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio tramite cazzuola in strati successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto, utilizzando una malta composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm); l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato.

La finitura verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna, leggermente imbevuti di acqua.

In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà consigliabile realizzare, una rincoccatura (per maggiori dettagli si rimanda al punto 7.1. del presente articolo) della cavità con malta idraulica (calce idraulica naturale NHL 3,5 e scaglie di laterizio rapporto legante inerte 1:3).

La messa in opera in prossimità delle zone d'unione tra le due superfici dovrà essere eseguita con particolare attenzione al fine di evitare l'insorgenza di punti di discontinuità; si consiglia pertanto di rifinire i lembi con spatolini da stuccatore in modo da garantire una maggiore precisione nella rifinitura.

L'applicazione del nuovo intonaco dovrà essere fatta con i valori della temperatura esterna tra i 5°C e i 30°C; la malta dovrà essere accuratamente compressa all'interno della lacuna al fine di ottenere delle buone caratteristiche meccaniche, inoltre tra la posa dei vari strati dovranno intercorrere dei tempi d'attesa, relazionati alle diverse tipologie di malte, durante i quali le superfici dovranno essere bagnate.

La presenza del rappezzo sulla superficie muraria, se specificato dagli elaborati di progetto, potrà non mimetizzarsi con la preesistenza così da tutelare le diverse stratificazioni storiche; a tale riguardo i rappezzi esterni potranno essere rilevabili, diversificando la lavorazione dello strato di finitura (ad esempio, passando una spazzola di saggina a presa iniziata quando è ancora lavorabile) mediante l'utilizzo di granulometria di inerti leggermente differenti, oppure dipingendolo con una tonalità di colore più chiara o più scura; mentre, per quanto riguarda i rappezzi interni (meno soggetti all'azione degradante), oltre alle soluzioni sopra citate, si potrà decidere di arretrare lo spessore del rappezzo di pochi millimetri rispetto allo spessore del vecchio intonaco.

*Specifiche:* nel caso in cui il rappezzo presentasse un'ampiezza considerevole, sarà opportuno predisporre, sopra il primo strato di rinzafo, delle idonee guide al fine di controllare lo spessore e la planarità dell'intonaco, che potranno essere messe in opera fissando alla parete dei piccoli conci di



laterizio (allineati verticalmente distanziati di circa 50-100 cm) ed utilizzando la stessa malta dell'intonaco per uno spessore corrispondente a quello definitivo indicato da progetto, infine tra i conci verticali verrà eseguita una striscia di malta (la stessa realizzata per l'intonaco), tirata a piombo.

È buona norma, al fine di consentire la corretta lavorazione della superficie, che l'interasse delle guide sia 40-50 cm inferiore rispetto alla lunghezza della staggia disponibile in cantiere.

Le fasce così realizzate costituiranno il dispositivo di controllo dello spessore dell'intonaco.

Per ridurre il rischio di cavillature sarà opportuno non utilizzare malta con elevato dosaggio di legante, ossia malta grassa, che dovrebbe, in ogni caso essere decrescente dallo strato di rinzafo a quello di finitura, così come dovrebbe esserlo la resistenza a compressione, ed applicare la malta per strati successivi sempre più sottili con aggregati a granulometria più minuta, partendo dagli strati più profondi fino ad arrivare a quelli più superficiali.

#### **AG ml. 4.1.1 Rappezzo di intonaco di calce (aerea e idraulica)**

La malta di calce aerea, largamente utilizzata in passato per intonacare le pareti esterne, si componeva principalmente di calce spenta, sabbia e terre colorate; il legante era lo stesso per i diversi strati ciò che variava era la quantità e la dimensione degli inerti, ossia più grandi per gli strati interni più piccoli per quelli esterni.

Il rappezzo d'intonaco con questo tipo di malta dovrà essere eseguito con particolare cura, tenendo conto dei fattori vincolanti per il risultato finale come i lunghi tempi d'attesa fra le diverse fasi della posa e la necessità di irrorare costantemente la superficie per evitare di "bruciare" l'impasto con conseguente diminuzione delle caratteristiche di resistenza e di durabilità;

Infatti, durante il processo di presa, la perdita d'acqua dovrà essere graduale e il quantitativo d'acqua relazionato ai singoli casi, poiché l'asciugatura più o meno veloce dipenderà da diversi fattori tra i quali l'umidità atmosferica, il sole battente e la velocità del vento.

Considerata la difficoltà della messa in opera si potrà realizzare un rappezzo limitando la malta di calce aerea (sia grassello di calce sia calce idrata) allo strato finale, mentre per i primi strati si potrà aggiungere all'impasto una quantità di legante idraulico (calce idraulica naturale NHL o in alternativa calce idraulica naturale con aggiunta di materiali pozzolanici fino ad un massimo del 20% NHL-Z) in modo da poter accorciare i tempi d'attesa fra le diverse fasi operative.

Previa preparazione del supporto, come indicato al punto 4.1. del suddetto articolo, si procederà alla posa del primo strato di rinzafo che potrà essere composto da 2 parti di grassello di calce; 1 parte di calce idraulica naturale NHL 5 e 9 parti di sabbione (in alternativa si potranno sostituire 3 parti di sabbione con altrettante di cocchio pesto o pozzolana), lasciando la superficie a ruvido, dopo aver atteso almeno tre giorni, durante i quali la superficie verrà costantemente bagnata, previa bagnatura del supporto, si stenderà lo strato di arriccio (ad es., 4 parti di grassello di calce; 1 parte di calce idraulica naturale NHL 3,5; 10 parti di sabbia vagliata) in eventuali strati successivi (di spessore non superiore a 1-1,5 cm per singolo strato) fino a raggiungimento dello spessore indicato da progetto.

L'ultimo strato verrà staggiato superficialmente, portando il profilo dell'intonaco al giusto livello, aiutandosi con le fasce di guida, si dovrà provvedere alla frattazzatura così da uniformare la planarità ed ottenere che le superfici siano piane e allo stesso tempo scabre per consentire alla finitura di aderire bene.

*Specifiche:* sarà opportuno ricordare che i rappezzi di sola malta di calce aerea idrata in polvere saranno poco adatte a superfici esterne, poiché poco resistenti nel tempo all'aggressione degli agenti atmosferici (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche e spiccata propensione all'assorbimento capillare d'acqua); si consiglierà pertanto di limitare l'intervento, dove sarà consentito, alle superfici interne.

Nella preparazione delle malte con grassello di calce, il grassello dovrà essere anticipatamente stemperato (in pari volumi d'acqua) così da ottenere una densità tale da mantenere limitatamente le forme, in ogni caso tale da non essere autolivellante in superficie; ottenuto il latte di calce, sempre mescolando, verrà aggiunto l'inerte scelto.

In caso di malte bastarde con grassello e calce idraulica, quest'ultima dovrà essere mescolata precedentemente all'impasto con l'inerte.

Per quanto concerne le malte idrauliche dovranno essere utilizzate entro le 2 ore in estate e 3 ore in inverno dall'aggiunta dell'acqua.

Ad operazione conclusa sarà possibile porre in risalto l'aggregato, tamponando la superficie con spugne ed acqua deionizzata o sfregando la superficie con pasta abrasiva, rimossa in un secondo tempo con spugna bagnata.

## **AG ml. 5. FINITURE SUPERFICIALI**

La finitura, che, come da definizione, costituisce l'ultimo strato dell'intonaco, dovrà essere realizzata in spessori ridotti mediante l'utilizzo di impasti con miscele selezionate di materiali, vagliati accuratamente e messi in opera secondo tecniche che saranno diverse a seconda dell'effetto finale che si vorrà ottenere.

Sarà dunque importante la tipologia e la granulometria dell'inerte prescelto visto che a questo elemento si lega la consistenza e soprattutto l'aspetto della finitura stessa (liscia o rugosa).

### **AG ml. 5.1. FINITURA (INTONACHINO)**

La finitura ad intonachino verrà applicata su di uno strato d'intonaco, realizzato con calce aerea od idraulica naturale, non lavorato (lasciato a rustico); l'impasto, che si comporrà di grassello di calce (in alternativa si potrà utilizzare una malta imbastardita con una porzione di calce idraulica naturale NHL 2 con un rapporto grassello-calce idraulica 5:1) ed inerte, la cui granulometria dipenderà dall'effetto finale desiderato (fine o rustico); il rapporto legante-inerte potrà variare da 1:2 (se si utilizzerà una malta bastarda) a 1:1 e lo spessore non dovrà essere superiore a 3 mm.

L'intonachino verrà applicato mediante spatola americana in acciaio in uno o più strati, secondo il grado di finitura che si desidera ottenere e in riferimento alle specifiche di progetto.

Il risultato dell'operazione dipenderà molto dall'applicazione dell'inerte, e per questo la messa in opera sarà preferibile eseguirla quando il supporto d'intonaco si presenterà ancora sufficientemente fresco in modo tale che l'inerte possa ben aderire.

La temperatura d'applicazione potrà oscillare tra i +10°C e i +30°C.

#### Intonachino fine

La finitura ad intonachino fine si otterrà mediante l'uso di un impasto con inerti a granulometria compresa tra i 0,4–0,8 mm (ad es., 0,40-0,60 mm per un 55%, di 0,6-0,8 mm per il restante 45%), applicati in due strati successivi; applicando il secondo strato ad asciugatura del primo, avvenuta. L'ultimo strato verrà lavorato a frattazzo (di spugna o di legno secondo la finitura desiderata) prima della completa asciugatura.

#### Intonachino rustico

La finitura ad intonachino rustica, si otterrà mediante l'uso di un impasto con inerti di granulometria compresa tra i 0,6-1,2 mm (ad es., 0,6-0,8 mm per un 15%, di 8-10 mm per un 30% e di 1,00-1,20 mm per il restante 55%); l'effetto finale sarà in grado di mascherare eventuali fessurazioni, presenti nell'intonaco, oltre a respingere l'assorbimento dell'acqua, proteggendo così la parete.

La messa in opera dell'impasto potrà essere realizzata, se non diversamente specificato da progetto, anche in un solo strato da frattazzare, prima del completo essiccamento, mediante spatola di plastica o con frattazzo di spugna.

## **AG ml. 6. INTEGRAZIONI DI STUCCHI E MODANATURE**

La procedura si pone lo scopo di consolidare e/o ricostruire le modanature di pietre artificiali (ad es., cornicione di gronda o cornice marcapiano, profilo di archi ecc.) e di finti elementi architettonici (elemento di bugnato, paraste ecc.) presenti sull'apparecchio murario.

### **AG ml. 6.1. Integrazioni cornici**

L'intervento tenderà a ricostruire elementi architettonici con presenza di modanature, quando la condizione di estremo degrado non ne permette il recupero con una semplice integrazione-stuccatura.

#### Operazioni preliminari

Previa accurata asportazione sia di materiale incoerente (polveri e detriti) sia d'eventuali materiali d'alterazione (croste nere, pellicole, efflorescenze saline ecc.), si procederà all'eventuale regolarizzazione dei bordi della lacuna e l'asportazione, con l'ausilio di mazzetta e scalpello, delle parti disancorate o fortemente degradate al fine di produrre una superficie scabra che faciliti il successivo ancoraggio dei materiali aggiuntivi.

Nel caso di cornici o modanature in genere di malta di calce o cemento con presenza di armature metalliche interne, oramai ossidate o scoperte, si renderà necessari, previa spazzolatura a "metallo bianco" dei ferri a vista, un primo trattamento, al fine di fermare i fenomeni degradanti, con idonea boiaccia passivante anticarbonatante, reoplastica-pennellabile, realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm (per le caratteristiche si rinvia

al punto 4 -Pitture- dell'articolo 58 -Colori e Vernici- del capo II "Qualità e provenienza dei materiali").

#### Armatura di sostegno

Dove richiesto dalle specifiche di progetto o dalle indicazioni della D.L., si procederà alla messa in opera di un'armatura di sostegno per impedire allo stucco di deformarsi sotto il proprio peso o di aderire in modo imperfetto al supporto, che potranno essere di vario tipo in base alle dimensioni e alla complessità delle modanature da restaurare.

In presenza di mancanze di modeste dimensioni sarà sufficiente armare con chiodi inossidabili (minimo  $\phi$  4 mm) a testa larga o perni costituiti da barrette filettate in acciaio inossidabile, preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314 o 316) che presenterà anche buone doti di piegabilità ( $\phi$  variabile dai 3 ai 6 mm) inseriti in perfori (con diametro e lunghezza leggermente superiori), e successivamente sigillati.

La disposizione dei perni sarà, di norma, eseguita a distanza regolare (così da poter sostenere eventuali elementi in laterizio costituenti il corpo della cornice) in base al tipo di volume da ricostruire; in alternativa si potrà adottare una disposizione a quinconce in modo da favorire l'eventuale messa in opera di un reticolo di sostegno, ottenuto unendo gli elementi con filo di ferro zincato, ossia d'ottone.

Dietro specifica indicazione della D.L. si potranno installare perni con l'estremità libera, piegata ad uncino o con altra sagoma specifica.

In ogni caso le barrette dovranno avere una luce libera pari ad un sotto livello di 1 o 2 cm rispetto alla superficie finale.

L'esecuzione di supporti in laterizio sarà da adottare specialmente in presenza di cornici con base geometrica, e all'intonaco sarà in seguito demandato il compito di raccordare le volumetrie di base e di creare le eventuali varianti.

In alternativa si potranno utilizzare anche altre tecniche d'armatura come quella di predisporre un supporto costituito da listelli e tavolette di legno (di spessore sottile ad es., 5x25 mm) ben stagionato con funzione di centina di sostegno.

Con questa seconda tecnica si potranno ottenere grandi cornicioni leggeri, economici e di facile quanto rapida esecuzione.

#### Malta da ripristino

L'integrazione potrà essere seguita con un impasto a base di calce idraulica, grassello di calce o, nel caso di elementi interni, di gesso, con, l'eventuale aggiunta, di resine acriliche (al fine di migliorare l'adesività della malta) e cariche di inerti selezionati di granulometria compatibile con il materiale da integrare (ad es., 1 parte grassello di calce; 3 parti calce idraulica naturale NHL 2; 10 parti di sabbia lavata e vagliata; 0,4 parti resina acrilica in emulsione; rapporto legante-inerte 1:2,5).

In alternativa a questo tipo di malta si potrà utilizzare un impasto a base di polimeri sintetici, preferibilmente acrilici (buone caratteristiche agli agenti atmosferici, incolori e trasparenti anche in massa e scarsa tendenza all'ingiallimento) caricati con detriti e/o polveri della pietra dell'elemento originario (rapporto legante-inerte 1:2).

Entrambi le tipologie d'impasto potranno essere additivate con pigmenti minerali al fine di avvicinarsi maggiormente come grana e colore al materiale originario.

La reintegrazione andrà eseguita per strati successivi, analogamente al procedimento utilizzato per le stuccature, e nel caso d'impasto a base di resina acrilica sarà consigliabile applicare strati di modeste dimensioni (massimo 10-15 mm) così da favorire la catalizzazione della resina.

In presenza di notevoli sezioni da reintegrare potrà rivelarsi vantaggioso eseguire lo strato di fondo con un impasto formato da calce e coccio pesto con granulometria media (1,5-5 mm) (ad es., 3 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL 2; 8 parti di sabbia lavata e vagliata, 4 parti di coccio pesto; rapporto legante-inerte 1:3).

Questo impasto permetterà di applicare strati spessi (massimo 30-40 mm) contenendo la manifestazione di fessurazioni (fermo restando la bagnatura diretta o indiretta, servendosi di teli umidi, delle superfici per più volte al giorno per la durata di una settimana).

#### Modellazione con modine

Al fine di ricostruire le modanature delle cornici sarà necessario preparare una sagoma in metallo (lamiera di alluminio o zinco di 3-4 mm; saranno da evitare il ferro o il ferro zincato in quanto di difficile lavorabilità) per riprodurre in negativo il profilo della cornice da ripristinare.

Sarà, inoltre, necessario applicare al di sopra e al di sotto della cornice, ossia ai due lati se la cornice sarà verticale, una guida preferibilmente in legno duro dove far scorrere, a più riprese il *modine* con un movimento deciso e sicuro in modo da non compromettere con sviluppi anomali il risultato finale.

In alternativa si potranno utilizzare delle sagome libere, come nel caso di cornici a porte e finestre, che prenderanno come riferimento spigoli e/o rientranze precedentemente realizzati.

In ogni caso la modellazione della malta con le sagome dovrà essere eseguita solo quando questa cominci a far presa, ma sia ancora modellabile.

La sagoma dovrà essere tenuta sempre pulita, recuperando la malta in abbondanza e pulendo accuratamente il profilo della lamina.

Per ripristinare cornici in stucco o in gesso di particolare complessità potrà essere vantaggioso predisporre due sagome: una per il fondo grezzo (di alcuni millimetri più piccola rispetto al disegno finale) l'altra (con dimensioni definitive) per lo strato di finitura.

In ogni caso, per realizzare un cornicione di notevoli dimensioni, sarà sempre consigliabile operare in più passaggi (almeno 4 o 5) piuttosto che in uno solo, per cantieri di lavoro che non dovranno superare i 2-2,5 m di lunghezza.

*Specifiche:* al fine di riportare esattamente il disegno della modanatura sulla sagoma sarà necessario eseguire un calco in gesso o in resina sintetica, il cui negativo verrà tagliato lungo una sezione trasversale e utilizzato per riprodurre l'esatto profilo.

## **AG ml. 7. INTEGRAZIONE DI PORZIONI MURARIE**

L'operazione di integrazione di porzioni di murature potrà rendersi necessaria in situazioni dove l'apparecchio murario risulti particolarmente degradato o lacunoso di elementi componenti tanto da rendere la struttura muraria a rischio di conservazione.

Le integrazioni potranno riguardare murature o strutture murarie incomplete, interrotte o da consolidare, e in questo caso si parla di operazione di "scuci e cuci", che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni preesistenti.

In linea di massima la procedura si identificherà come un vero e proprio intervento costruttivo che, confrontandosi con il manufatto preesistente dovrà valutare di volta in volta le relazioni tra le parti, ossia la messa in opera di elementi analoghi o meno per forma, dimensione, tecnica di lavorazione e posa in opera rispetto a quelli preesistenti.

Tutto questo non dipenderà solo da ragioni di tipo tecnico-costruttivo, ma piuttosto da precisi intenti progettuali, primo dei quali il rispetto o meno dell'autenticità, riconoscibilità e distinguibilità dell'intervento ex novo.

Le scelte progettuali saranno dettate da una serie di fattori, quali i materiali, le forme, le dimensioni e le lavorazioni degli elementi scelti per l'integrazione, i tipi di apparecchiatura e le tipologie di posa in opera.

Tra le casistiche più ricorreresti si potrà individuare

\_integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente e con lo stesso tipo di apparecchiatura (integrazione mimetica), oppure apparecchiati in modo differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi;

\_integrazione con elementi di materiale uguale a quelli dell'apparecchio preesistente, ma con forma, dimensione, tipo di lavorazione differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle delle porzioni confinanti, oppure

\_integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente, ma diversi per il tipo di lavorazione e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;

\_integrazione con elementi di forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente, ma di materiale diverso (di norma più resistente o di colore differente) posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;

\_integrazione eseguita con elementi di dimensione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente, ma di materiale diverso e di forma opposta a quella preesistente.

In linea generale la procedura di integrazione dovrà seguire le seguenti fasi:

### Operazioni preliminari

Accurato rilievo in scala adeguata (minimo 1:25) dello stato di fatto dell'apparecchio murario con tecnica e strumentazione indicata dalla D.L., e se non specificato, mediante rilievo fotogrammetrico, analitico o digitale non solo della porzione di muratura da integrare, ma di tutta la sezione oggetto di integrazione.

Si procederà anche alla redazione di rilievo in scala 1:1 delle sole porzioni di murature da integrare. Le informazioni ricavate dalla suddetta analisi dovranno servire a definire la qualità, le forme e i modi di posa in opera dei nuovi elementi.

Essendo i suddetti elaborati a base per la progettazione d'integrazione, sarà utile elaborare delle simulazioni con diverse soluzioni progettuali al fine di verificare meglio le scelte operate.

Nel caso in cui le operazioni di rilievo manuale e/o strumentale non fossero sufficienti ad apprendere tutti i dati necessari, soprattutto nel caso di sezioni interne dell'organismo murario) potranno essere eseguiti eventuali accertamenti diagnostici, quali indagini endoscopiche, termografiche ecc., da scegliersi in accordo con la D.L.

#### Rimozione elementi particolarmente sconnessi e/o decoesi

Previo la messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisorie, sarà possibile procedere alla rimozione degli elementi particolarmente sconnessi e/o decorsi per cantieri successivi di limitata entità dall'alto verso il basso in modo da non arrecare ulteriore stress all'organismo murario.

#### Pulitura

Successivamente sarà necessario operare una pulitura meccanica dei piani di appoggio e di connessione dei nuovi conci con l'ausilio di spazzole, scopinetti ed eventuali piccoli aspiratori oppure mediante blande puliture ad acqua, facendo attenzione a non arrecare danno ai materiali preesistenti.

#### Messa in opera dei nuovi elementi

La vera messa in opera degli elementi dovrà essere preceduta dalla "presentazione", ossia sistemazione provvisoria degli elementi nuovi nella sede prevista al fine di verificare l'accettabilità della loro forma e dell'effettiva realizzabilità dell'intervento mediante zeppe o liste di legno, oppure dalla "presentazione" di un campione tipo di integrazione (ad es. nel caso di integrazione di apparecchio in opus reticulatum con un altrettanto opus reticulatum ma convesso e realizzato in malta).

Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà previa preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella presente in sito, eventualmente additivata per migliorarne l'aderenza o diminuirne il ritiro.

Dietro specifica indicazione della D.L. si potrà provvedere anche all'inserimento di eventuali perni (ad es. barre filettate) o zanche in acciaio inox al fine di migliorare la connessione tra i nuovi elementi.

Dopo la messa in opera degli elementi di integrazione, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti, soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare in questi punti, che sono i più delicati, discontinuità strutturali.

### **AG ml.            7.1. RINCOCCIATURA**

La rincocciatura interessa la ricostruzione di mancanze o lacune murarie nella massa e nel volume tramite l'inserimento di nuovi materiali compatibili con quelli presenti allo scopo di ripristinare la continuità della parete, e che potrà limitarsi al paramento esterno o interessare la muratura, per tutto il suo spessore; (in questo ultimo caso si differenzia dall'integrazione muraria poiché coinvolge porzioni limitate di muratura e dallo scuci e cuci perché non prevede la rimozione delle parti di muratura degradate), e si renderà necessaria anche per evitare il progredire e/o l'insorgenza dei fenomeni di degrado, quali infiltrazioni d'acque meteoriche, di radici infestanti ecc., che altrimenti potrebbero attecchire all'interno della lacuna.

Il compito strutturale dell'intervento potrà essere più o meno incisivo secondo i singoli casi: se dovrà assolvere un *ruolo di sostegno*, i materiali utilizzati dovranno avere delle caratteristiche di resistenza meccanica a compressione tale da garantire la stabilità della struttura, e sarà, quindi, opportuno ricorrere a materiali compatibili e similari, per natura e dimensioni, a quelli originali; se invece si tratterà di *colmare un vuoto* si potranno utilizzare materiali come frammenti di mattone, scaglie di pietra.

Nei casi di strutture a rischio di crollo, prima di procedere con l'intervento, si dovranno mettere in opera dei sostegni provvisori circoscritti alla porzione che dovrà essere ripristinata; dalla cavità dovranno essere rimosse tutte le parti incoerenti o eccessivamente degradate tramite l'utilizzo di mezzi manuali, quali martelli o punte, facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni.

All'interno della lacuna, se indicato dagli elaborati di progetto, potranno essere realizzate delle forature per l'inserimento di perni e connettori necessari per facilitare e, allo stesso tempo, garantire l'efficace ancoraggio dei nuovi elementi.

La cavità dovrà poi essere pulita con l'ausilio di mezzi manuali come spazzole, raschietti o aspiratori in modo da rimuovere i detriti polverulenti e oppure ricorrendo alla pulitura a base di acqua.

La posa in opera dei nuovi materiali dipenderà dal tipo di rincocciatura che s'intenderà realizzare (se limitata al paramento esterno oppure estesa in profondità) e, dalla relativa tecnica utilizzata;

Ad ogni modo sarà sempre buona norma ricorrere a materiali affini agli originali in modo da evitare l'insorgenza d'incompatibilità fisico-chimiche.

La malta di connessione dovrà essere simile a quella presente sul paramento murario per rapporto legante-inerte e granulometria dell'inerte, e, se non diversamente specificato da progetto, si potrà ricorrere all'uso di una malta di calce (rapporto legante-inerte 1:3) così composta: 2 parti di calce aerea; 1 parte di calce idraulica; 9 parti di inerte (4 parti di coccio pesto, 5 parti di sabbia vagliata).

Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stilatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio, in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto l'intervento di rincocciatura, potrà essere denunciato realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici, costituirà una zona facile da degradarsi.

## **Art. 82 – PR ml. OPERAZIONI DI PROTEZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI**

### **PR ml. 1. GENERALITÀ**

In accordo alle raccomandazioni NorMaL, con il termine “materiale lapideo” dovranno sempre essere intesi oltre ai marmi e le pietre propriamente detti, anche stucchi, malte, intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

La scelta dei protettivi dovrà essere effettuata in base ai risultati delle analisi di laboratorio, realizzate su campioni di materiale, avendo cura di preservare i provini al fine di valutare l'effettiva efficacia e la durata nel tempo, eseguiti sotto il controllo della D.L., catalogati ed etichettati: su ciascuna etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

La durata e l'inalterabilità del prodotto dipenderanno, principalmente, dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad essere determinante sulle prestazioni, potrà portare alla composizione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che invalideranno la reversibilità del prodotto.

### **PR ml. 2. TINTEGGIATURA E VERNICIATURA**

Le superfici ultimate dovranno risultare a coloritura perfettamente omogenea e con un grado di finitura corrispondente alle caratteristiche tecnologiche dei materiali impiegati ed a quanto prescritto nel presente Capitolato per l'esecuzione delle diverse categorie.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire i campioni così come prescriverà la D.L., cui sono demandate anche la scelta dei colori e le modalità di esecuzione, nonché ripeterli con le varianti richieste fino ad ottenere l'approvazione dell'Appaltante prima di iniziare le opere, approvazione non riduce né elimina le responsabilità dell'Appaltatore, circa l'esecuzione e la perfetta riuscita delle opere da pittore.

I lavori da pittore non dovranno essere eseguiti con temperature minori di 10°C e maggiori di 40°C, né con umidità relative superiori all'85%, né dovranno essere eseguiti all'esterno con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento.

Sarà inoltre assolutamente vietato l'impiego del gesso nei procedimenti relativi alla preparazione di opere comunque esposte agli agenti atmosferici.

Oltre quanto disposto dal presente Capitolato, nella preparazione delle superfici l'Appaltatore dovrà tener conto di ogni condizione di tempo e di luogo, della struttura e natura dei sopporti, della particolarità delle superfici da ricoprire, adattandovi le preliminari preparazioni ed adottando quegli speciali accorgimenti suggeriti dalle specifiche condizioni in cui si devono eseguire i lavori.

Nelle tinteggiature ovvero verniciature si dovrà avere cura che le superfici da trattare siano pulite, esenti da ruggine, ossidazioni, scorie, calamina, macchie di sostanze grasse od untuose, residui vari ed in genere da qualsiasi materiale e corpo estraneo.

#### Grado di umidità

I manufatti da verniciare dovranno essere asciutti sia in superficie che in profondità.

Il tenore d'umidità, in ambiente al 65% di umidità relativa, non dovrà superare il 3% per intonaco di calce, 2% per intonaco di cemento, 2% per calcestruzzo; e 1% per gesso e impasti a base di gesso, 15% per legno (riferito a legno secco).

Una determinazione empirica dell'umidità, salvo accertamenti strumentali, potrà essere effettuata strofinando sulla parete in esame uno zolfanello: se questo si accende la parete potrà considerarsi asciutta.

#### Grado di alcalinità

I supporti murali, dovendo presentare una bassissima percentuale di alcalinità residua, i prima dei trattamenti con tinte, pitture, vernici o smalti, dovranno, quindi, essere accuratamente preparati con prodotti idonei così da rendere neutri i supporti stessi.

Per l'accertamento del grado di alcalinità si dovrà scalfire la superficie che, trattata con una soluzione all'1% di fenoltaleina mediante tamponamento, e previo inumidimento della stessa con

acqua distillata, se tende a colorarsi con tonalità violette, si dovrà ulteriormente trattare, così da ridurre l'alcalinità (l'idrato di calcio non si è ancora sufficientemente tramutato in carbonato).

La prova dovrà essere ripetuta in più punti.

Sarà inoltre assolutamente vietato carteggiare le superfici dopo che sia stato iniziato il trattamento protettivo. E, solo in casi eccezionali, la D.L. potrà autorizzare l'impiego di carta abrasiva n. 280-400, con procedimento ad umido, per eliminare eventuali corpuscoli che, per cause accidentali ed indipendenti dall'Appaltatore, si fossero depositati sulla mano non ancora essiccata.

Qualora la carteggiatura ad umido venisse eseguita con sostanze oleose, prima di proseguire con le successive operazioni di verniciatura, dette sostanze dovranno essere accuratamente eliminate.

Sarà cura dell'Appaltatore adottare ogni cura possibile affinché le superfici verniciate non presentino degradamenti dipendenti da distacchi di lembi del prodotto verniciato, in conseguenza di aderenza delle varie superfici tra loro, come ad esempio tra stecca e stecca delle persiane avvolgibili o delle stecche nel loro avvolgimento, oppure tra i battenti mobili ed i telai fissi di porte, finestre, infissi in genere, e comunque in corrispondenza di battentature e simili.

L'Appaltatore dovrà adottare, a sua cura e spese, ogni precauzione e mezzo che sia necessario per evitare la presenza sulle opere eseguite, che dovranno essere protette da correnti d'aria, dall'acqua, dal sole e dalla polvere finché non risultino bene essiccate, spruzzi di tinte, pitture, vernici o smalti sulle opere già eseguite (come pavimenti; rivestimenti; pietre e marmi; intonachi; parati; infissi; vetri; apparecchi sanitari; rubinetterie e loro accessori; cassette di derivazione, scatole di contenimento dei frutti, frutti e quanto altro riguarda l'impianto elettrico), così come resta a carico dell'Appaltatore sia l'adozione di ogni protezione provvisoria che ogni lavoro e prestazione che siano necessari per l'eliminazione dei degradamenti apportati, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

## **PR ml. 2.1. Difetti dei lavori da pittore**

Le opere di tinteggiatura e/o verniciatura eseguite non dovranno presentare i *fenomeni* o *difetti* di seguito riportati:

### affioramento

dovuto alla separazione differenziata di pigmenti nello strato superficiale, sotto forma di viraggio totale delle tinte, di fiammeggiamenti o di chiazze;

### affioramento di ruggine;

### annebbiamento

per opalescenza sulla superficie della pellicola, inconseguenza dell'ambiente freddo ed umido;

### appiccicosità

ossia pellicola attaccaticcia così da sembrare non essiccata, fenomeno da attribuirsi a cause diverse;

### asportazione durante la carteggiatura

dovuta a carteggiatura eseguita prima dell'indurimento del prodotto verniciante, a turapori troppo grasso, o ad impiego di carte abrasive non idonee;

### attaccatura

sovrapposizioni marginali di uno strato di prodotto verniciante ad altro strato di precedente e fresca applicazione;

### bollicine

difetto temporaneo o permanente del prodotto verniciante che trattiene nella pellicola bolle d'aria, vapori, solventi, o prodotti di reazione;

### bordatura

accumulo del prodotto verniciante sul bordo della superficie verniciata, dovuto alle stesse cause specificate per la "colatura";

### buccia d'arancia

aspetto simile alla buccia dell'arancia, dovuto ad inadatta pressione d'aria nella pistola spruzzatrice, o a difetti del prodotto verniciante;

### calo

assorbimento del prodotto verniciante da parte del supporto, che si verifica sopra i fondi porosi durante l'essiccamento, oppure contrazione di volume che si verifica dopo l'essiccamento provocando disuguaglianze nell'aspetto;

### chiazzeria

comparsa sulla superficie di zone di colore o brillantezza diversi, dovute al raffreddamento del prodotto verniciante non ancora essiccato, a supporto non pulito, a schizzi di liquidi durante l'essiccamento;



#### colatura

scorrimento dello strato del prodotto verniciante con formazione di accumuli irregolari quali gocce, festoni, sacche, bordature, sovrapposizioni con particolare riguardo agli spigoli ed angoli, da attribuirsi a qualità di solvente non idonea, a solvente in quantità inadeguata, ad imperfetta applicazione, a difetti del prodotto verniciante;

#### cordonature

per il rilevarsi delle pennellature sulla pellicola dovute ad impiego di prodotti vernicianti aventi eccessiva densità, a fuori polvere troppo rapido, ad imperfetta applicazione od all'impiego di pennelli non idonei;

#### fori di spillo

superficie cosparsa di piccoli fori, fenomeno dovuto a varie cause;

#### fragilità

dovuta alla composizione del prodotto verniciante od a supporto poroso non adeguatamente preparato;

#### imbiancatura dei pori

fenomeno che si presenta nei legni porosi, trattati o no con turapori, sotto forma di striature o macchie biancastre;

#### ingiallimento

dovuto alla qualità del prodotto verniciante, alla natura dei pigmenti, alle resine fortemente colorate;

#### insaccatura

si veda "colatura";

#### macchie

di ogni genere, dipendenti da molteplici cause;

#### opacizzazione

perdita di brillantezza della superficie, dipendente dalla qualità del prodotto verniciante, dalla presenza di pigmenti opacizzanti, da fondo troppo poroso, da imperfetta applicazione;

#### pellicola di coccodrillo

sollevamento del contorno della pellicola già spaccatasi in grandi lembi, forma di spellamento e screpolamento dovuto principalmente ad applicazione di strati nuovi sopra i vecchi, non più perfettamente aderenti;

#### pennellature

segni del pennello dovuti all'applicazione di una successiva mano, mentre la mano precedente ancora non risulta essiccata, oppure dovuti alla natura del prodotto verniciante;

#### pieghe a zampe di gallina

difetto della pellicola che si presenta sotto forma di piccole screpolature simili ad impronte di zampe di gallina;

#### punti grigi

dovuti essenzialmente a cattiva qualità del turapori impiegato oppure, nei compensati, alla natura di colla adoperata per l'unione dei fogli;

#### puntinature

difetto che si manifesta con la presenza di granuli superficiali e dovuto a cattiva qualità del prodotto verniciante;

#### raggrinzamento

corrugamento dello strato superficiale dovuto ad eccessivo spessore della mano applicata con viscosità troppo elevata, ad improvvisi abbassamenti di temperatura nel corso dell'applicazione e durante l'essiccamento;

#### retinamento

minutissime screpolature della pellicola che si intrecciano fra loro, in dipendenza principalmente della natura del prodotto verniciante, o di freddo eccessivo durante l'applicazione;

#### rinvenimento del legno

sollevamento delle fibre del legno per inadeguata preparazione del supporto;

#### rinvenimento del supporto

soluzione del materiale del supporto nel prodotto verniciante, come ad esempio del bitume nella pittura all'alluminio per eccesso di solvente nella pittura;

#### sanguinamento

formazione di macchie od alterazioni del colore dovute al trasudamento dello strato inferiore, dipendente dalla applicazione dell'ultima mano prima del conveniente indurimento di quelle sottostanti, oppure dipendente da difetti dei prodotti verniciati delle mani precedenti;

#### scagliatura

distacco della pellicola in piccoli e grandi lembi, dovuto ad inadeguato pre-trattamento del supporto, od a supporto sì preparato, ma non perfettamente essiccato;

#### screpolatura

rotture sulla superficie in dipendenza della applicazione della mano di finitura senza aver atteso la completa essiccazione del fondo oppure per invecchiamento del prodotto verniciante od anche per imperfetta applicazione;

#### sfarinamento

impolverimento progressivo dalla superficie verso l'interno, fenomeno preceduto dal retinamento e al prodotto verniciante inadatto per l'uso, oppure all'azione degli agenti atmosferici;

#### smaltamento o setosità

aspetto superficiale simile a quello del cuoio verniciato o della seta, dovuto ad applicazione effettuata a temperature troppo elevate, od in presenza di umidità, oppure per imperfetta applicazione;

#### sollevamento

per il distaccarsi della mano precedente ad opera delle mani successive, che si rivela come semplice rammollimento oppure con sollevamento e deformazione della superficie con la comparsa di grinze, bolle ecc.;

#### spellatura

fenomeno da attribuirsi ad adesione non perfetta, dovuta ad inadeguata preparazione del supporto, supporto umido, unto, resinoso ecc., oppure ad incompatibilità fra i diversi tipi di prodotto verniciante impiegato;

#### spruzzatura secca

dovuta a rapida essiccazione del prodotto verniciante oppure a pistola spruzzatrice troppo distante dal supporto;

#### trasudamento

essudazione di aspetto oleoso della pellicola di un prodotto verniciante apparentemente essiccato;

#### vescicamento

bolle e vesciche sulla superficie della pellicola, dovute ad evaporazione ritardata delle umidità sottostanti o dei solventi, a supporto non pulito, ad eccessivo calore, alla diretta esposizione al sole durante l'essiccamento, od a troppo rapida essiccazione dello strato superficiale.

**PR ml.**

### **3. TINTEGGIATURA ALLA CALCE (SCIALBATURA)**

La tinteggiatura alla calce potrà essere utilizzata sia in ambienti interni sia in quelli esterni a patto che questi non siano aggressivi e a condizione che il supporto non sia stato ancora "compromesso" da una precedente pitturazione a legante polimerico che ne renderebbe difficoltosa l'adesione (in questo caso sarà necessario procedere all'asportazione totale della precedente pittura prima dell'applicazione della tinta).

I vantaggi di una tintura alla calce risiedono nell'alta compatibilità con i materiali del supporto, nel "rispetto" dei colori e dei toni cromatici degli edifici storici, nella sanificazione dell'ambiente con conseguente prevenzione di muffe grazie alla naturale basicità e all'elevato tasso di traspirabilità, per contro saranno soggetti all'azione degradante dell'anidride carbonica combinata con l'acqua e dei gas inquinanti dell'aria.

La procedura prevede che il grassello di calce, stagionato almeno 24 mesi, (o calce idrata), venga stemperato in una quantità d'acqua necessaria ad ottenere un composto sufficientemente denso (rapporto grassello acqua 1:2), che verrà poi lasciato riposare da un minimo di 6-8 ore ad un massimo di 48 ore.

A stagionatura avvenuta, il composto sarà passato al setaccio (con vaglio a 900 maglie cm<sup>2</sup>) allo scopo di eliminare le impurità presenti nell'impasto, quali parti insolubili o corpi estranei.

L'acqua utilizzata per l'impasto dovrà essere priva di quelle impurità di carattere organico, quali acidi, sali e alcali, che sono causa di incompattezza delle tinte, alterazioni dei colori e macchie.

La coloritura dell'impasto si otterrà tramite l'aggiunta di pigmenti minerali (massimo 10% in volume rispetto al latte di calce), e terre naturali o artificiali (massimo 25-30% in volume, superando queste dosi potrebbe essere necessario integrare il potere del legante con additivi di varia natura: generalmente resine acriliche), che, prima di essere amalgamati al latte di calce, al fine di poter ottenere la dispersione omogenea dei colori, dovranno essere stati immersi in una quantità d'acqua, pari al doppio del loro volume, e lasciati riposare per alcune ore e passati al setaccio in modo da trattenere i grumi più grossi.

Prima di procedere all'operazione di tinteggiatura, si dovrà verificare che il supporto sia pulito, ben aderente, privo di depositi superficiali e macchie di umidità e patine di smog, previa esecuzione di uno o più cicli di pulitura necessari alla rimozione di eventuali efflorescenze saline o presenze di muffe od altri infestanti biologici (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto negli articoli inerenti le puliture), e, nel caso in cui l'intonaco si presentasse disgregato o distaccato, anche di un eventuale consolidamento mediante riadesione di distacchi mediante iniezioni, avendo cura di ovviare ad ogni lacuna, cavillatura o fessurazione tramite rappezzi e/o stuccature (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli inerenti le

stuccature e i rappezzi d'intonaco). Sarà inoltre consigliato per la buona riuscita dell'intera operazione stendere la pittura a calce in condizioni climatiche di non eccessiva umidità, caldo o freddo.

Per ottenere una superficie compatta, duratura e colorata uniformemente, e al contempo garantire una maggior capacità legante al tinteggio senza dover ricorrere ad additivi, si dovrà stendere sull'intonaco ancora fresco una mano di fondo, composta da latte di calce molto grasso, e successivamente, prima della completa asciugatura, applicherà il colore molto diluito.

Quando la tinteggiatura a calce verrà impiegata come integrazione pittorica sarà opportuno aggiungere al composto utilizzato per la stesura della seconda mano, un additivo (legante) allo scopo di migliorare le caratteristiche fisiche della tinta; si potrà ricorrere a delle emulsioni acriliche al 2-3% o al caseinato di calcio con aggiunta di ammoniaca (antifermentativa).

Prima di applicare la tinta su tutta la parete, al fine di ottenere la tonalità di colore desiderata, si dovranno eseguire delle prove campione direttamente su piccole porzioni di intonaco oppure su blocchetti realizzati con terra d'ombra, poiché la tinta a base di calce schiarisce notevolmente una volta essiccata.

Si dovrà inoltre tenere conto, in funzione dell'effetto che si intenderà ottenere, che la tinta, seccando aumenterà il proprio potere coprente.

Per la stesura della tinta sul supporto si dovranno utilizzare pennelli a setola animale o pompe impiegate per le irrorazioni delle viti. Nel caso dei pennelli la stesura dovrà procedere sempre nella stessa direzione, ossia da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso.

La tinta dovrà essere mescolata spesso e protetta da luce aria e polvere durante gli intervalli di lavoro così da evitare quelle alterazioni che spesso sono causa di variazioni cromatiche.

In alternativa al grassello di calce si potrà utilizzare della calce idraulica naturale NHL 2 in rapporto di 1:2 con l'acqua (in caso di superfici molto porose occorrerà una maggiore diluizione).

*Specifiche:* prima di iniziare l'operazione di tinteggiatura accertarsi che il supporto sia esente da fenomeni d'umidità poiché potrebbero generare, ad operazione ultimata, l'insorgenza di macchie. Nel caso in cui l'intervento dovrà adattarsi alla tonalità di colore di una preesistente tinteggiatura "storica" alla calce si ricorda che con l'uso dei pigmenti artificiali difficilmente si potrà riprodurre lo stesso tono di colore; gli ossidi naturali risulteranno, pertanto, più consoni allo scopo. Per l'applicazione della tinta di calce sarà sconsigliato l'utilizzo del rullo.

La tinta a calce se applicata su di un intonaco di malta di calce aerea potrà essere stesa direttamente anche se lo strato non risulterà completamente asciutto, mentre, se data su intonaco di malta di calce idraulica o su tinteggiatura a calce preesistente dovrà essere preceduta dall'imbibizione, a più riprese, di tutta la superficie da trattare, con uno strato d'ancoraggio realizzato con una mano di latte di calce grassa su cui applicare a bagnato la tinta a calce.

#### **PR ml. 4. TRATTAMENTO ALL'ACQUA SPORCA (VELATURA)**

Questo tipo di trattamento potrà avere la funzione di protettivo, e allo stesso tempo consolidante, su materiali come pietre, laterizi ed intonaci.

L'applicazione acquosa del latte di calce (idrossido di calcio) dovrà essere realizzata su superfici perfettamente pulite, seguendo le metodologie indicate nell'articolo specifico sulle puliture, e, se necessario consolidate (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo inerente il consolidamento degli intonaci mediante iniezioni e a quello inerente i rappezzi d'intonaco); il supporto, infatti, dovrà presentarsi privo di lacune con le fessure di piccole dimensioni opportunamente stuccate (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo inerente le stuccature).

La preparazione della cosiddetta acqua sporca consisterà nel colorare leggermente l'acqua di calce mediante l'aggiunta di pigmenti colorati; un cucchiaino di pigmento naturale in un secchio d'acqua (10-12 l).

L'intervento verrà realizzato inumidendo preventivamente, la parete da trattare per mezzo di un pennello morbido imbevuto d'acqua, successivamente si procederà alla stesura del protettivo mediante l'uso di pennelli, preferibilmente a setola animale morbida, nebulizzatori o rulli.

L'applicazione dovrà procedere a strati successivi, procedendo sempre nella stessa direzione (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso) in modo da garantire la copertura totale della superficie, e, dopo l'ultima mano, si potrà procedere con l'applicazione di un fissativo (caseinato di calcio) addizionato all'acqua.

In alternativa al latte di calce ricavato da grassello si potrà utilizzare una parte di calce idraulica naturale NHL 2 stemperata in 4-6 parti di acqua.

## **PR ml. 5. PITTURA A TEMPERA**

La pittura a tempera prevede l'applicazione sulla superficie di pigmenti colorati dispersi in acqua e legati da un collante in origine costituito da colle animali o vegetali ed attualmente sostituito da metilcellulosa, resine acriliche e viniliche.

La quantità di legante, dalle cui caratteristiche dipenderà il grado di resistenza alla temperatura della suddetta tinteggiatura, è in relazione alla destinazione della tinta: per esterni, dovrà contenere più colla e gli strati di pittura dovranno essere progressivamente meno adesivi.

La stesura sulla superficie, previa bagnatura uniforme della parete, avverrà con l'utilizzo di un pennello che dovrà essere a setola animale, procedendo sempre nella stessa direzione, ossia da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso, mediante una prima mano, composta solo da acqua e colla, ossia una parte di acqua e due parti di colla, una prima mano di colore, si passerà alla seconda solo quando questa sarà completamente asciutta (tempo medio d'attesa 12 ore).

*Specifiche:* la tempera non risulterà indicata per le superfici intonacate con malte cementizie e con malte contenenti calce eminentemente o mediamente idraulica.

Il primo strato applicato sulla superficie potrà essere composto anche da carbonato di calcio in polvere, pigmenti minerali diluiti con acqua (una parte) e latte (due parti).

## **PR ml. 6. PATINATURA**

L'operazione di patinatura sarà eseguita mediante spolvero di pozzolana allo scopo di rendere (mediante velatura di colore) le eventuali integrazioni non troppo discordanti dagli elementi originali, e allo stesso tempo di unificare il grado di porosità con conseguente diverso assorbimento d'acqua piovana e umidità di risalita tra i materiali originali e quelli di restauro.

Dopo aver ben pulito con spazzole di saggina ed acqua i residui di malta presenti sulla cortina, si procederà a gettare a mano, sulla superficie ancora umida, la polvere di pozzolana che, vagliata e ben asciutta (granulometria 0-1 mm), si attaccherà in modo omogeneo sulla parete umida, restando inglobata nel velo di carbonato presente sulla superficie della cortina.

Passate una o due settimane la polvere non inglobata verrà rimossa mediante pennellessa morbida da imbianchino, per poi ripassare sulla superficie con una leggera spazzolatura mediante spazzole di saggina alla fine del cantiere, ossia quando si smonteranno i ponteggi.

## **Art. 83 – PU mli. OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LIGNEI**

### **PU mli. 1. GENERALITÀ**

Prima di eseguire le operazioni di pulitura sulle superfici lignee è necessario salvaguardare l'integrità del materiale mediante le specifiche procedure delle seguenti operazioni preliminari:

- \_identificazione* dell'essenza lignea;
- \_identificazione* e successiva rimozione dei depositi incoerenti, e campagna di saggi al fine di verificare eventuali tracce di cromie originali;
- \_preconsolidamento* eventuale del materiale prima di iniziare la pulitura;
- \_applicazione* del sistema di pulitura prescelto su campionature di materiale;
- \_analisi* dei risultati ottenuti sulla superficie prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

### **PU mli. 2. LEVIGATURA E LAMATURA MANUALE**

L'operazione di levigatura consisterà nell'asportazione manuale meccanica di un sottile strato (0,2-1 mm) dal materiale seriamente compromesso, mentre con la lamatura si dovrà operare una totale levigatura dello strato di vernice o di pellicola presente, in modo tale da riportare al "vivo" la superficie lignea.

Per eliminare i depositi incrostati e le macchie o patine eventualmente presenti e contemporaneamente livellare la superficie posta in prossimità dei movimenti degli elementi lignei, si proceda, previa esecuzione di tasselli di prova di modeste dimensioni del materiale oggetto di intervento, ad una prima sgrossatura con carta abrasiva di grana semi-grossa (40-80 grani al cm<sup>2</sup>), a cui faranno seguito successivi passaggi con carta di grana via via più fine, che si rendono necessari all'eliminare dei segni eventualmente lasciati dalla sgrossatura iniziale. La carta dovrà essere adeguatamente avvolta per consentire una corretta e comoda impugnatura.

Inoltre, tenendo conto dei vantaggi e degli inconvenienti, si scelga la modalità con cui è più opportuno effettuare la suddetta procedura, se a procedura a umido oppure a secco.

Al termine della suddetta procedura, si proceda alla rimozione di ogni residuo di polvere con un passaggio di straccio, o di spugna, leggermente inumiditi.

### **PU mli. 3. SVERNICIATURA CON DECAPANTE NEUTRO**

Tenendo conto che lo scopo dell'intervento sarà la rimozione dalla superficie lignea di vecchie vernici o pellicole protettive per le quali non sarà possibile effettuare la ripresa, si proceda preliminarmente all'accertamento del reale stato di conservazione del materiale mediante la verifica dell'eventuale presenza di parti fragili facilmente danneggiabili o asportabili, nonché asportazione di tutte le parti metalliche, quali serramenti, borchie e cerniere, altrimenti danneggiabili dal solvente.

In riferimento alle prove preliminarmente effettuate su tasselli di materiale campione per definire tempi e modi d'applicazioni, si proceda alla stesura sulla superficie dell'elemento oggetto d'intervento a pennello, a spazzola o a spatola di uno strato sottile del prodotto decapante (generalmente miscele solventi addizionate con ritardanti dell'evaporazione sottoforma di gel o allo stato liquido) al fine di ammorbidire la pellicola di rivestimento.

Passato il tempo di attesa (da 1 a 20 ore in base allo spessore degli strati di pittura presenti, alla temperatura ambiente e al tipo di pellicola da rimuovere), e quando la vernice, ammorbidita, appare chiaramente sollevata dal supporto, si procede alla sua rimozione, asportando con l'ausilio di spazzole e/o raschietti sole le parti corticali in fase di decoesione, mentre nei punti più difficili, intagli, modanature minute, fessurazioni si potrà procedere aiutandosi con spazzolini o punteruoli.

Completata la raschiatura, per avviare l'asciugatura dei residui di prodotto rimasti sul materiale si effettuerà il lavaggio manuale della parte già trattata con spugne di mare e soluzioni detergenti, avendo però l'accortezza di evitare il risciacquo della superficie stessa con acqua, perché lesiva del materiale, in quanto causa di probabile rigonfiamento delle fibre.

Al termine della pulitura, si controlli lo stato del supporto per verificare l'eventuale residuo di verniciatura.

## **Art. 85 – AG mli.      INTEGRAZIONI, STUCCATURE MATERIALI LIGNEI**

La procedura prevede, previa pulitura preliminare secondo le prescrizioni di progetto, il riempimento con stucco, variamente composto, di fori, fessure ed altre soluzioni di continuità degli elementi lignei appartenenti sia ad unità strutturali, come travi e travicelli, sia a serramenti o elementi secondari, quali portoni e finestre.

Si procederà alla spolveratura della fessura con un pennello morbido, e successivo trattamento con tampone imbevuto d'alcool denaturato al fine di eliminare l'umidità ed agevolare così l'adesione dell'impasto prescelto.

Passato il tempo necessario all'asciugatura del supporto, che in genere corrisponde all'esaurimento dell'odore dell'alcool, si riempie il vuoto con lo stucco prescelto mediante l'ausilio di strumenti ritenuti idonei quali, ad esempio, piccole spatole e bacchette, avendo l'accortezza di premere bene e passare più volte in tutte le direzioni per garantire la perfetta otturazione del foro.

Poi per compensare il ritiro, anche se minimo, che lo stucco subisce durante l'essiccazione, sarà opportuno applicarne una quantità maggiore oppure, e in maniera più corretta, ripetere la medesima procedura, dopo l'essiccazione della parte più profonda.

Una volta essiccata la parte più superficiale, e comunque entro le successive 12 ore, sarà opportuno procedere con la carteggiatura manuale a grana media per rimuovere il prodotto in eccesso.

Si potrà inoltre agevolare la levigatura finale regolando la percentuale del legante degli impasti in modo tale da ottenere uno stucco che sia al contempo resistente e carteggiabile, così come si potrà trarre vantaggio ai fini della ricostruzione di spigoli o angoli vivi dalla messa in opera di uno stucco addizionato con colla di coniglio.

## **Art. 86 – PR mli.      OPERAZIONI DI PROTEZIONE DI MATERIALI LIGNEI**

### **PR mli.      1. GENERALITÀ**

La salvaguardia del legno dall'attacco di funghi ed insetti dovrà garantire la buona conservazione del materiale nel tempo. La protezione del legno dovrà, quindi, avvenire mediante l'impiego di sostanze chimiche, scelte in base alla tipologia, all'esposizione e all'esercizio del manufatto, che rendendolo tossico eliminano la possibilità di un'eventuale aggressione da parte di funghi, insetti, ed organismi in genere.

E, siccome proteggere non significa certo isolare dall'ambiente, si dovrà, quindi, evitare di applicare l'applicazione del prodotto in forti spessori.

### **PR mli.      2. TRATTAMENTO CON PRODOTTI VERNICIANTI**

Il sistema di protezione per il legno in esterno dovrà essere realizzato mediante l'impiego di vernici coprenti pigmentate (smalti) in grado di nascondere del tutto sia la fibratura che il colore del legno a base di resine sintetiche monocomponenti o di resine naturali ed oli. Nella scelta del tipo di prodotto da applicare si tenga conto del fatto che, se da una parte quelli a base di resina naturale mostrano una minore nocività durante l'applicazione rispetto ai prodotti sintetici, dall'altra però presentano anche tempi di essiccazione più lunghi insieme ad una minore brillantezza, oltre in alcuni casi ad una estrema propensione alla formazione di muffe.

E, se da un lato i suddetti smalti, in virtù dell'elevato spessore del film, sono in grado di garantire una buona protezione delle strutture su cui vengono applicate, dall'altro con il passare del tempo risultano anche propensi alla manifestazione di crepature e scrostature, localizzati soprattutto in corrispondenza dei nodi.

#### **PR mli.      2.1. Trattamento con sistemi pellicolanti**

Prima di iniziare il trattamento occorrerà preparare il supporto mediante pulitura sgrassante della superficie, atta ad eliminare eventuali tracce di sostanze incoerenti, unti, grassi, ecc.

Successivamente, previa asportazione degli strati precedenti di vernici o di pitture in fase di distacco secondo il sistema indicato negli elaborati di progetto, si procederà alla stuccatura delle fessurazioni con stucco sintetico o colla di legno e alla rimozione del materiale in eccesso mediante carteggiatura della superficie con carta abrasiva a secco (grana 80-100) per facilitare l'adesione della nuova pitturazione.

Si raccomanda inoltre di eseguire laddove sia necessario, e prima di iniziare il trattamento protettivo, le lavorazioni di ripristino delle parti che siano eventualmente mancanti o gravemente danneggiate.

Completate le suddette operazioni, si stende un primo strato di pittura eventualmente diluita (per esempio con acqua ragia minerale), con un pennello a setola o mini-rotolo, avendo però cura di coprire completamente il supporto e di evitare contemporaneamente eventuali colature di materiale.

Quando lo strato di fondo sarà sì asciutto, ma non completamente essiccato, quindi, dopo circa 24 ore, si eseguirà la mano di finitura che secondo le indicazioni di progetto potrà essere brillante oppure satinata.

*Specifiche:* l'intera operazione dovrà compiersi a temperatura ambiente (+5°C, +30°C con U.R. inferiore al 70%) e in totale assenza di vento. Le superfici, ben asciutte, dovranno essere protette dalla pioggia battente e dall'umidità fino alla completa essiccazione del prodotto applicato (almeno 5-6 giorni).

### **PR mli.                    3. TRATTAMENTO CON OLIO DI LINO**

Prima di iniziare il trattamento è necessario appurare mediante opportune ispezioni della superficie del manufatto la presenza di anomalie (per esempio, marcescenti e parti mancanti) o deterioramenti, dovuti all'attacco di insetti, che, se riscontrati, dovranno essere opportunamente risolti. Si procederà, quindi, ad un primo lavaggio sgrassante della superficie con soda o altro materiale basico, a cui farà seguito un ulteriore lavaggio per rimuovere a sua volta il prodotto sgrassante.

Una volta che la superficie sia stata adeguatamente raschiata per eliminare gli eventuali residui di pitture in fase di distacco e successivamente carteggiata con carta abrasiva a secco (grana 80) al fine di garantire un aggancio maggiore del successivo trattamento, si procederà alla stuccatura delle fessure e dei bordi con stucco all'olio, o, qualora le fessure siano considerevoli, con paste di legno (polvere di legno e collante polimerico), completando l'operazione dopo l'essiccazione con un'ulteriore carteggiatura per rimuovere il materiale in eccesso.

Dopo l'essiccazione (2-6 giorni) del primo fondo impregnante steso con il pennello sulla superficie precedentemente preparata in modo da garantirne la penetrazione all'interno, una volta verificata al tatto l'asciugatura della superficie stessa, si procederà alla levigatura della superficie mediante carteggiatura e posa in opera del fondo di riempimento con pennelli o mini rotoli, stuccando con idoneo stucco le parti eventualmente lacunose.

Ad avvenuta essiccazione (2-6 giorni), sul suddetto strato, carteggiato, asciutto e pulito, si passa una prima mano di finitura per coprire tutta la superficie, e successivamente, ad asciugatura avvenuta, una seconda mano, avendo cura di proteggere le superfici dalle intemperie fino ad avvenuto essiccamento. Dopo circa 15 minuti, sarà necessario rimuovere con un panno morbido il prodotto che, non assorbito dal supporto, risulta pertanto in eccesso.

*Avvertenze:* l'applicazione dovrà avvenire ad una temperatura esterna compresa tra i +5°C e i +35°C e con U.R. non superiore al 70%. Si dovranno inoltre operare gli accorgimenti protettivi relativi alle superfici esposte al sole e al vento.

*Specifiche sui materiali:* l'olio di lino, prodotto naturale essiccativo ricavato dalla *linum usitatissimum*, è costituito per l'80%-90% dai gliceridi degli acidi grassi non saturi e, ossidando, se esposto all'aria, si solidifica. Per migliorarne il potere essiccativo ed accelerare così la formazione della pellicola, si potrà far subire all'olio un principio di cottura a 150°-320°C. L'olio di lino, così ottenuto, dal colore giallo-bruno rosastro, avrà rispetto a quello crudo, dal colore più o meno giallo, essiccherà in tempi più brevi (circa 24 ore), sarà maggiormente solubile in alcool, anche se risulterà molto più denso e vischioso.

## **Art. 86 – PR mm. OPERAZIONI DI PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI**

### **PR mm. 1. GENERALITÀ**

Prima di operare qualsiasi intervento sui manufatti in metallo, l'appaltatore dovrà identificare le cause del degrado, dirette o al contorno, ed effettuate ove richieste, le indagini diagnostiche ritenute utili secondo il giudizio insindacabile della D.L., a determinare le tecniche di lavorazione e la morfologia del materiale (analisi metallografica, osservazione al microscopio).

Successivamente, si valuterà prima le tecniche di pulitura e, quindi, di preparazione delle superfici degradate, vagliando e selezionando i prodotti più idonei, e poi, sempre secondo il giudizio insindacabile della D.L., se sarà il caso di eseguire la completa asportazione delle ossidazioni dei vecchi protettivi, o se, invece, sia preferibile procedere a leggeri lavori di pulitura e di successiva protezione superficiale.

I manufatti metallici dovranno comunque essere accuratamente verniciati in tutte le loro parti sia in vista che in grossezza; pertanto il collocamento in opera dei manufatti stessi non dovrà essere effettuato prima che sia stato eseguito l'intero ciclo di verniciatura previsto. L'ultima mano di finitura dovrà essere applicata sul manufatto in opera.

L'appaltatore dovrà preoccuparsi di rendere la superficie metallica idonea al successivo trattamento di protezione mediante la preparazione della stessa, ossia provvedendo alla ripulitura della superficie metallica da quegli elementi, quali ossidi, sali e ruggine, che potrebbero pregiudicare l'effettiva efficacia del rivestimento protettivo.

### **PR mm. 2. PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI**

I metodi ammessi per la preparazione delle superfici su cui andrà applicato il rivestimento protettivo sono la *pulizia manuale* mediante raschietti, spazzole metalliche ed attrezzi simili, che potrà essere autorizzata per iscritto dal Direttore dei Lavori solo per particolari manufatti di limitata superficie, la *spazzolatura meccanica* mediante macchine ad alta velocità, munite di spazzole metalliche con filo d'acciaio da 0,5 mm, la *smerigliatura meccanica* mediante macchine ad alta velocità, dotate di mole abrasive di grana fina, e successiva passata con spazzola rotante di acciaio e la *sabbatura*, che potrà essere eseguita solo a secco, mediante getto di aria di aria con sabbia silicea (non marina) o quarzifera, o con graniglia metallica, alla pressione di 5-8 atmosfere, di granulometria tale che la profondità di attacco risulti pari a circa 10 micron per la sabbia e 25 micron per le graniglie metalliche.

Nel caso della *sabbatura* che, potrà essere sostituita dalla smerigliatura meccanica o dalla spazzolatura meccanica solo dietro specifica autorizzazione della D.L., sarà necessario, prima di iniziare il successivo trattamento protettivo, provvedere a ripulire il manufatto dagli eventuali residui della sabbatura mediante spazzolatura meccanica.

Le superfici così preparate dovranno presentare un aspetto argenteo ed pertanto essere prive di scaglie di calamina, ruggine ecc.

Ultimato il trattamento di sabbatura si dovrà applicare immediatamente la prima mano di antiruggine al cromato di zinco o al cromato di piombo, ed eventualmente eliminare, prima di iniziare il trattamento antiruggine, anche il lieve strato di ossido che per, per particolari condizioni ambientali, si potrebbe determinare sulla superficie lievi strati di ossido,

Il suddetto trattamento, è più in generale qualunque trattamento di preparazione della superficie, dovrà essere completato con una sgrossatura della superficie stessa, ossia con un energico lavaggio mediante l'uso di idonei solventi.

Nel caso in cui sia necessario eliminare vecchi strati di pitture, vernici o smalti da un supporto, che non sia stato inizialmente preparato in modo idoneo, si potrà procedere ad una nuova preparazione oppure provvedere ad una sverniciatura mediante preparati esenti, da acidi, alcalini e acqua, che, ammorbidendo la pellicola, ne consentano l'asportazione a lembi e strisce, mentre gli spigoli, gli angoli e gli incavi andranno raschiati e ben puliti.

La superficie così sverniciata andrà prima ripulita da ogni eventuale residuo mediante spazzole metalliche, e poi lavata con idonei solventi.

### **PR mm. 3. SISTEMI DI PROTEZIONE**

Preparate le superfici con il metodo prescelto, si procederà al successivo trattamento protettivo, previa stesura di una successiva mano di antiruggine, non prima però di 24 ore dalla mano precedente, e di



tonalità di colore diversa dalla prima, mediante l'applicazione a pennello o a spruzzo di due successive mani di smalto sintetico, applicabile non prima di 24 ore dalla seconda mano di ruggine.

Nel caso in cui il colore prescelto sia di tonalità scura, la prima mano dovrà essere di colore più chiaro, viceversa sarà di tonalità più chiara. Tra la prima e la seconda mano dovrà trascorrere un intervallo di almeno 24 ore.

## **Art. 87 – DM am. OPERAZIONI DI DEUMIDIFICAZIONE DI APPARECCHI MURARI**

### **DM am. 1. GENERALITÀ**

A prescindere dal sistema di risanamento adottato (drenaggi, vespai, intonaci macroporosi, ecc.), per i lavori di deumidificazione occorre effettuare tutte quelle analisi che, preventive, sono necessarie a definire, una volta stabilita la natura del degrado, quale sia la metodologia più appropriata per la risoluzione dello specifico problema.

### **DM am. 2. DRENAGGI, INTERCAPEDINI, VESPAI**

Le procedure d'intervento che si riferiscono a tecnologie che, atte a fronteggiare la presenza d'umidità, si relazionano agli elementi che più facilmente si impregnano d'acqua, proveniente dal sottosuolo, per capillarità, quali soprattutto fondazioni e muri controterra, implicheranno demolizioni e scavi, che potrebbe risultare dannosi ai fini dell'equilibrio statico del manufatto.

Quindi, prima di avviare le suddette procedure, si dovrà accertare la reale configurazione del terreno e della sua natura geologica attraverso una serie di indagini preliminari che abbiano lo scopo di definirne il quadro diagnostico.

Qualora l'eliminazione di una consistente parte di terreno, con funzione di contenimento per la parte di muro fondale, fosse causa di cedimenti e quadri fessurativi, occorrerà intervenire prima consolidando preventivamente la struttura, e solo in un secondo momento intervenendo con lo scavo, secondo le modalità indicate negli elaborati di progetto.

#### **DM am. 2.1. Drenaggi, pozzi assorbenti**

L'intervento, che dovrà essere effettuato all'esterno del manufatto, e avrà lo scopo di evitare il contatto diretto tra la muratura e il terreno umido, sarà in grado di convogliare le acque di scorrimento lontano dalla muratura, secondo un dispositivo che nel nostro caso dovrà essere distaccato dall'apparecchio murario.

Previo la rimozione del marciapiede perimetrale dell'edificio, si dovrà realizzare per piccoli cantieri, una trincea mediante lo scavo, eseguibile a mano o con l'ausilio di piccoli escavatori a mano, procedendo fino all'estradosso della fondazione, avendo cura di realizzare gli sbatacchiamenti, opportuni ai fini della sicurezza del terreno.

Successivamente, previa accurata pulitura della parete controterra, con la tecnica indicata dalle disposizioni di progetto, messa al vivo per eliminare le tracce di terreno e gli eventuali residui umiferi, si procederà alla stuccatura dei giunti con malta di calce idraulica e la messa in opera di un nuovo intonaco malta sempre di calce idraulica naturale NHL 3,5, caricata con cocci pesto.

Una volta che l'intonaco si sia tirato e consolidato, si applicherà la guaina isolante bituminosa che potrà essere a teli saldati a caldo oppure allo stato liquido, e quindi, come tale stendibile a pennello o a rullo.

Per evitare poi che il riempimento danneggi lo strato isolante si potranno posizionare delle membrane dotate di apposite bugne in polietilene ad alta densità HDPE, rivolte verso la parete con tasselli ad espansione o chiodi in acciaio inox, che avranno la funzione di facilitare la circolazione e contemporaneamente proteggere la barriera isolante.

Il drenaggio vero e proprio sarà costituito dal riempimento a secco della trincea con ciottoli e scheggioni che, costituiti da materiale poco poroso e ed assorbente come la pietra lavica, sia disposti a mano sul piano realizzato in magrone di cls, tirato in modo tale da ottenere un pendenza che, aggirandosi intorno ai 2-4%, favorisca il deflusso delle acque.

Il drenaggio sarà integrato con un tubo drenante che, costituito da, sarà posto sul fondo della fossa con la funzione di raccolta ed allontanamento delle acque nelle condotte principali di fognatura bianca, o comunque in zona idonea al non ritorno dell'acqua reflua dal drenaggio.

Il materiale di riempimento, posto sopra il primo strato di ciottoli e scheggioni di grosse dimensioni (100-150 mm), dovrà essere di granulometria diversificata, ovvero sempre più fine man mano che ci si avvicina alla superficie, e generalmente costituibile da ciottoli di 30-60 mm, ghiaia di 5-10 mm, e rifiorimento in sabbia di 1,5-3 mm.

Per impedire poi le eventuali infiltrazioni d'acqua piovana occorrerà ripristinare il marciapiede lungo il perimetro dell'edificio con una larghezza però superiore a quella della trincea drenante e un'inclinazione

che sia tale da garantire l'allontanamento dell'acqua dalla parete: l'assorbimento d'umidità sarà pertanto ridotto al solo piano di appoggio della fondazione.

### **DM am. 3. VESPAI ORIZZONTALI**

L'intervento si rivolge a quei locali interrati o seminterrati che hanno il pavimento a diretto contatto con il terreno umido, che presentano, sia problemi di umidità legati alla condensa, sia dipendenti dalle condizioni termoigrometriche.

La procedura si pone come obiettivo quello di isolare il pavimento dalle masse umide del terreno attraverso la formazione di un vespaio orizzontale eventualmente collegato, tramite appositi bocchette, con intercapedine d'aerazione esterna.

La suddetta predisposizione di bocchette di ventilazione, potrà essere omessa, sia nei casi in cui il progetto preveda la messa in opera di un massetto di cls, con spessore minimo 10 cm, sul quale stendere una membrana impermeabile a base bituminosa, sia nel caso in cui il riempimento sia costituito da materiale asciutto e termoisolante.

I vespai, dove possibile, dovranno sempre avere sviluppo nord-sud, in modo da garantire un minimo di movimentazione d'aria ed un'altezza minima pari a circa 30-40 cm, ottenibile attraverso uno scavo di sbancamento, eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli strumenti meccanici, o diminuendo l'altezza del locale (maggiori specifiche sulle modalità di scavo potranno essere attinte dagli articoli specifici sugli scavi).

I vespai fondamentalmente sono di due tipi: a camere d'aria; a riempimento

#### **DM am. 3.1. Vespai a camera d'aria**

La procedura prevede l'eliminazione del contatto diretto tra pavimento e terreno attraverso la creazione di un vano vuoto, asciutto e termicamente coibente messo in opera al disotto della quota del primo solaio, con la funzione di fermare l'acqua ascendente dispersa nel terreno e di agevolare la riduzione della condensa atmosferica.

Nei locali con almeno una parete che confina con l'esterno, il vespaio potrà essere collegato al di fuori mediante bocchette d'aerazione mentre, nei locali interni, il riciclo d'aria potrà mancare o, altrimenti, essere realizzato sfruttando un camino di tiraggio, cioè una condotta d'aerazione verticale che arrivi fino al tetto; il tiraggio di questi camini andrà calcolato in rapporto al carico disponibile ed alla portata. il

#### **DM am. 3.1.1. Vespai con casseri prefabbricati**

Il supporto della pavimentazione verrà gettato direttamente su casseri a perdere prefabbricati in polipropilene riciclato di varie dimensioni (minimo 50x50 cm massimo 75x100 cm) ed altezze (minimo 10 cm massimo 70 cm) dalla forma ad igloo quadrilateri svuotati ai fianchi al fine di consentire la circolazione d'aria nelle quattro direzioni.

Questa tecnologia offre la possibilità di posizionare in ogni direzione tubazioni, condutture e cavi.

I moduli, dotati di nervature per potenziare le caratteristiche meccaniche e il sistema d'incastro rapido senza necessità di fissaggio, verranno accostati per ricavare l'intercapedine e al contempo il piano per il getto della soletta, che dovrà essere minimo di 4-5 cm ed armata con rete elettrosaldata di acciaio Fe B 38 K  $\phi$  6 mm e maglia 200x200 mm o rete in **polipropilene** (PP) bi-orientata a maglia 42x30 mm, da posizionare direttamente sopra il cassero.

Si procederà con la messa in opera dei pannelli termoisolanti e del pavimento con il relativo sottofondo.

I moduli poggeranno su sottofondo di livellamento realizzato in ghiaia e magrone (dosato 2 q/m<sup>3</sup>) di calce idraulica naturale NHL 5 di almeno 10 cm armato con rete elettrosaldata  $\phi$  6 mm maglia 200x200 mm.

Attraverso perforazioni sulle pareti perimetrali si potranno aprire bocchette d'aerazione.

## **CAPO IV**

### **PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE**

#### **PARTE II-PROCEDURE OPERATIVE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE**

#### **Art. 88 – SC SCAVI E RIENTRI**

##### **SC 1. GENERALITÀ**

In riferimento al DPR n. 547/55 e DPR n. 164/56, gli scavi in genere, ovvero gli scavi per qualunque lavoro, eseguiti a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici, si dovranno effettuare in base agli elaborati di progetto e alla relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988, riguardante le norme tecniche sui terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione, e la relativa CMLPP 24 settembre 1988, n. 30483, nonché secondo le prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L.

Nell'esecuzione degli scavi in genere sarà necessario vietare il traffico veicolare sui bordi dello stesso per evitare eventuali scoscendimenti e franamenti della parete dello stesso, nonché il possibile ribaltamento dei mezzi, provvedendo a delimitare lo scavo con barriere fisse e a segnalarne l'area con l'apposito nastro segnaletico, in giallo e nero o bianco e rosso, che non avrà, quindi, alcuna funzione protettiva.

Qualora poi si superassero i 200 cm di profondità negli scavi degli sbancamenti e i 50 cm in quelli delle trincee, occorrerà provvedere anche alla protezione del personale dalle possibili cadute all'interno dello scavo stesso mediante la posa in opera un robusto parapetto, di altezza minima di 100 cm, munito di tavola fermapiède, che potrà anche essere omessa nell'eventualità in cui il parapetto si trovi ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, e di 20 cm di luce minima tra la tavola superiore e il fermapièdi massimo di 60 cm.

Le materie provenienti dagli scavi qualora, in base al giudizio insindacabile della D.L., non siano utilizzabili o ritenute adatte ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dal cantiere alle discariche pubbliche, o in altre aree che, disponibili, siano ritenute idonee; in caso contrario, dovranno essere preventivamente depositati, previo assenso della D.L., in area sempre ritenuta idonea, e senza che il suddetto deposito arrechi danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private e al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie, per poi utilizzate al momento opportuno.

Sarà inoltre vietato depositare i suddetti materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; ma anche ammessa la loro costituzione per particolari condizioni di lavoro, a condizione di provvedere obbligatoriamente alle necessarie puntellature con un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.

##### **SC 2. SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA**

Fermo restando che si considerano scavi di fondazione anche quelli relativi alle fogne, condutture, fossi e cunette, per scavi di fondazione in genere si intendono quelli che, incassati e a sezione ristretta, sono necessari alla per dar luogo ai muri e ai pilastri di fondazione propriamente detti.

Le profondità degli scavi, così come indicate negli elaborati di progetto, saranno solo una stima preliminare, che la D.L. può liberamente variare nella misura in cui reputa più opportuno; di conseguenza, i suddetti scavi, indipendentemente dalla natura e dalla qualità del terreno, dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla D.L., all'atto della loro esecuzione.

I piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e i profili delle pareti di scavo opportunamente controllati per eliminare, mediante rimozione di i massi eventualmente affioranti e possibili blocchi instabili di terreno, il rischio di caduta di materiale dall'alto.

Qualora non sia possibile applicare in rapporto alla consistenza del terreno la giusta inclinazione (si veda la tabella precedente), si ricorrerà all'armatura di sostegno delle pareti, o al preventivo consolidamento dei terreni in modo tale da garantire adeguata sicurezza agli operai e al contempo eliminare il pericolo di un'eventuale smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature.

Nella posa in opera delle opere provvisorie occorrerà rafforzare la sbatacchiatura nella parte mediana a cui si trasmette la massima pressione della parete di scavo, oltre a forzare le tavole contro il terreno per una maggiore efficacia, facendo attenzione a riempire bene i vuoti.

Nel caso specifico dello scavo delle trincee (scavi a sezione obbligata e ristretta), le vibrazioni dovute al traffico veicolare che sono presenti nella specifica area rendono obbligatoria, man mano che si procede con lo scavo, la predisposizione di opportune opere di sbatacchiamento, a partire da 150 cm di profondità o da 120 cm nel caso in cui l'operatore operi in posizione inclinata, al fine di evitare il rischio di franamenti e il pericolo di seppellimenti degli addetti alla suddetta procedura.

Per rendere poi più agevole e sicuro il lavoro di scavo della trincea, occorrerà eseguirlo fino ad una profondità che, rapportata alla larghezza minima, è quella indicata negli elaborati di progetto.

Lo scavo, una volta completata la muratura di fondazione, dovrà essere accuratamente riempito e ben costipato con le stesse materie scavate fino al piano del terreno primitivo. Per maggiori dettagli si rinvia all'articolo 4 riguardante i rientri.

### **SC 3. ARMATURE DEGLI SCAVI**

Tutti gli elementi del presidio che compongono l'armatura, da scegliere in base alla consistenza del terreno, alla profondità da raggiungere, ai carichi e al metodologia dello scavo, dovranno essere di un materiale robusto, opportunamente dimensionato e selezionato.

Qualunque sia il sistema di messa in opera (per esempio, nel caso in cui si voglia eseguire lo scavo di trincee a mano si potrà scegliere tra il sistema con travi verticali, con travi orizzontali, con marciavano, ed con pannelli prefabbricati), l'armatura dovrà comunque sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm ed essere obbligatoriamente rimossa progressivamente per modeste dimensioni in funzione dell'avanzare delle opere definitive.

### **SC 4. RILEVATI E RINTERRI**

Per la formazione dei rilevati, e per qualunque opera di rinterro, che sia necessaria al riempimento dei vuoti tra le pareti delle concavità e le murature, o che si renda necessaria addossare alle murature fino alle quote prescritte dalla D.L. si dovranno impiegare, fino al loro esaurimento, tutte le materie che, disponibili dagli scavi effettuati durante i lavori, siano ritenute dalla D.L. idonee alla formazione dei rientri.

Qualora i suddetti materiali vengano a mancare in tutto, o anche solo in parte, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque sia ritenuto opportuno, previo riconoscimento di idoneità conseguente ai controlli effettuati dalla D.L.

È assolutamente vietato l'impiego di materie argillose, e, in generale, di tutte quelle che, assorbendo acqua, si gonfiano generando spinte. I suddetti materiali dovranno presentare nello spessore di 30 cm circa, a compattazione avvenuta, una densità che sia pari al 90% della densità di massima compattazione, individuata dalle prove di laboratorio.

Nell'esecuzione dei suddetti riempimenti si dovrà procedere per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo le materie ben sminuzzate e con la massima regolarità e cautela possibile in modo tale che, caricate uniformemente le murature su tutti i lati ed evitare, sia possibile evitare le sfiancature dovute ad una cattiva distribuzione del carico.

Ogni strato, che dovrà avere uno spessore non superiore ai 30 cm, sarà messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente.

Nel caso specifico di compattazioni di aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari, e manufatti in generale, si utilizzino, ad una distanza non superiore ai 2 metri dai suddetti elementi, piastre vibranti o rulli azionabili manualmente, avendo cura di non degradare i manufatti già in opera.

Le materie trasportate in rilevato o in rientro con l'impiego di mezzi vagoni, automezzi o carretti dovranno essere depositati in prossimità del manufatto, ovvero in area ritenuta idonea dalla D.L., per poi essere riprese, e, quindi, trasportate al momento della formazione dei suddetti rientri con carriole, barelle o a mano. Sarà inoltre vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

I rilevati dovranno obbligatoriamente presentarsi con scarpate regolari e spianate e con i cigli profilati e ben allineati. La superficie del terreno su cui si eleveranno i terrapieni dovrà essere opportunamente scorticata, ovvero si dovrà procedere al taglio di piante, all'estirpazione di radici e arbusti, nonché alla completa asportazione del terreno vegetale limitrofo, e, laddove si presenti inclinata, opportunamente tagliata a gradoni e con una leggera pendenza verso monte.

## **Art. 89 – CN fo. OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO FONDAZIONI**

### **CN fo. 1. GENERALITÀ**

Preventivamente a qualsiasi intervento riguardante operazioni di tipo statico e strutturale, sarà necessario verificare la consistenza delle strutture di fondazione e la natura del terreno; a tale scopo si dovranno effettuare saggi verticali in aderenza alle murature perimetrali che, se non diversamente indicato dalla D.L., dovranno avere dimensioni tali da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta (almeno 100-150 cm). Le opere di scavo dovranno essere correlate da idonee opere provvisorie relazionate alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta.

Nel caso in cui l'analisi denunci la presenza di strutture non più efficienti, sotto specifiche indicazioni della D.L., dovrà essere operato il preconsolidamento delle stesse mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione.

Ultimato lo scavo, sarà possibile eseguire sulle strutture un'attenta e puntuale analisi, corredata, qualora fosse necessario, da indagini geotecniche geofisiche dalle quali sarà possibile trarre utili informazioni circa la natura del terreno e l'eventuale presenza di sottomurazioni, platee, ecc.

I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotte nei modi stabiliti dal CM del 6 novembre 1967, n. 3797 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), dal DM 21 gennaio 1981 e dalla successiva CM 3 giugno 1981, n. 21597 e con le modalità contenute nelle "Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

### **CN fo. 2. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE AMPLIAMENTO DELLA BASE FONDALE**

Le procedure operative dell'intervento di consolidamento, che sarà conforme al punto 10, dell'Allegato 3 della CMLPP 10 aprile 1997, n.65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, non dovranno in alcun modo alterare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici limitrofi: sarà pertanto necessario adottare tutti i provvedimenti e le cautele utili alla messa in sicurezza del manufatto nel rispetto della normativa vigente.

Previo esecuzione di eventuali opere di presidio temporaneo delle strutture in elevazione, si individueranno le aree oggetto d'intervento dividendole per "cantieri", successivamente si inizierà lo scavo da un solo lato della muratura.

Gli scavi, profondi fino alla quota del piano di posa della vecchia muratura, saranno dimensionati in relazione alle necessità, ovvero in base all'esecuzione del tipo di lavoro, al fine di assicurare una buona realizzazione del rinforzo di fondazione.

L'operazione di consolidamento dovrà poggiare su un getto di spianamento in magrone di conglomerato cementizio R 32,5 (dosato 200-250 Kg/m<sup>3</sup>), non armato e dello spessore minimo di 10-15 cm, posato su di un piano orizzontale, a sua volta ripulito dai detriti e regolarizzato mediante pietrisco di spessore minimo 15-20 cm.

Per le opere di fondazione da realizzarsi in c.a., sarà necessario provvedere alla posa in opera delle carpenterie in legno di cassature, che dovranno essere di adeguata resistenza, impermeabili, ben ancorate e contrastate al fine di resistere alla pressione idraulica dell'impasto fluido, e sigillate con materiali collanti o con la stessa malta a consistenza plastica per impedire perdite di biacca.

Le suddette cassature dovranno inoltre essere saturate con acqua per evitare la sottrazione, per assorbimento, del liquido dall'impasto. Infine, prima del getto sarà necessario applicare il disarmante in modo da facilitare l'operazione di disarmo del cassero.

#### **CN fo. 2.1. Ampliamento della fondazione mediante travi longitudinali in c.a.**

La procedura, che avrà lo scopo di allargare la sezione fondale per consentire la distribuzione del carico su una superficie più ampia e al contempo ridurre la pressione di contatto suolo-struttura, prevederà, previa predisposizione dello scavo da entrambi i lati della muratura interessata, l'esecuzione di varchi nella muratura alla muratura al fine di creare, quali elementi di collegamento, una sorta di cordoli trasversali tra le due travi laterali.

I suddetti elementi di collegamento dovranno essere predisposti mediante la messa in opera di cordoli di dimensione minime 30×30 cm, intervallati ogni 150-200 cm, ed armati con barre in acciaio inossidabile Fe B 44 k di  $\phi$  16 mm, staffe di  $\phi$  8/200 mm e 2+2 staffoni di  $\phi$  16 mm.

Le travi dovranno correre parallelamente alla fondazione preesistente ed essere ad essa aderente, e contemporaneamente essere dotate, in corrispondenza dei collegamenti trasversali, di ferri di chiamata verticali in modo tale da poter essere collegate al cordolo trasversale.

Le dimensioni del cordolo dovranno essere di altezza pari a quella della fondazione preesistente e di larghezza minima di 40 cm; mentre per le armature, costituite come si è già detto, da ferri ad aderenza migliorata Fe B 44 k ., 10-12  $\phi$  di 16 mm con staffe di 8/200 mm. La gabbia di armatura dovrà inoltre essere munita di distanziatori di spessore che, pari a quello del copriferro, non inferiore ai 20 mm, anche per le staffe.

Per garantire un'adeguata aderenza del getto alle murature esistenti si potrà ricorrere all'applicazione di un promotore d'adesione con funzione di ripresa di getto dello spessore continuo di almeno 1 mm.

*Specifiche sul getto:* il getto si dovrà eseguire in modo tale da ottenere un composto omogeneo , compatto, e senza soluzioni di continuità o segregazione. Si dovrà impiegare un conglomerato cementizio esente da porosità od altri difetti, che sia obbligatoriamente di tipo strutturale, utilizzando come leganti solo ed esclusivamente cementi (ad es. R 32,5 o R 42,5) con Attestato di Conformità (DM. 12.7.99 n. 314) ed aggregati silicei (impasto tipo: cemento R 42,5 2,5-3 q, sabbia 0,40 m<sup>3</sup> pietrisco o ghiaietto 0,80 m<sup>3</sup>), con una resistenza media a compressione che non sia inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>, classe di lavorabilità (slump) S3 (semifluido) rapporto acqua-cemento  $\leq 0,65$ .

Nel caso di temperature diurne prossime a zero gradi, o che possano far presumere una temperatura notturna inferiore a 2°-3°C, sarà necessario attuare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che i getti gelino, come ad esempio coprirli con teli in polietilene se il fenomeno è di modesta entità, oppure addizionando il conglomerato con antigelivi nella fase di impasto.

Nel caso invece di una forte evaporazione, durante la stagione calda, per evitare la formazione di fessure, i getti si dovranno tenere necessariamente bagnati, per esempio con acqua a pioggia, per almeno due giorni.

*Avvertenze:* durante la fase del getto, il calcestruzzo messo in opera dovrà essere convenientemente vibrato preferibilmente con vibratori ad immersione, o, con le dovute cautele, con vibratori a parete al fine di raggiungere la compattazione indicata nelle specifiche di progetto.

Sarà inoltre vietato aggiungere acqua all'impasto per ottenere una maggiore fluidità.

Nel caso in cui la vibratura dell'impasto risultasse nociva al preesistente manufatto, occorrerà provvedere con un calcestruzzo che, essendo reodinamico, sia, quindi, in grado di compattarsi da solo, secondo le prescrizioni impartite sul luogo dalla D.L.

## **Art. 90 – CN am. OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO APPARECCHI MURARI**

### **CN am. 1. GENERALITÀ**

Le procedure di consolidamento, per quanto possibile, dovranno essere giudicate compatibili dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene ed essere riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari ed eseguite in modo tale da garantire una loro eventuale reversibilità.

Le procedure di seguito daranno le indicazioni ed i criteri generali che, relativi alle metodologie d'intervento per i consolidamenti statici, abbiano il preciso obbiettivo di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari e contemporaneamente ridurre le eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne. In ogni caso, dovrà essere interesse della D.L. fornire, a completamento o per una migliore spiegazione di quanto prescritto, idonee tavole di progetto, munite di ulteriori o diverse spiegazioni.

Il quadro fessurativo costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con strumenti che, appropriati, abbiano il preciso scopo di verificare se il dissesto sarà in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se, in fase di fermo, sarà in una nuova condizione di equilibrio.

Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto risulterà utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni della D.L. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto al fine di operare in conformità della prassi prescritta negli elaborati di progetto, ovvero protocolli che, indirizzati a stabilizzare la fabbrica nell'assetto raggiunto o ad integrare gli elementi strutturali con consolidamenti localizzati o generali, abbiano lo scopo di preservare, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio.

Gli interventi di consolidamento dovranno dunque essere realizzati in quelle porzioni dell'apparecchio murario affette da dissesto (lesione isolata o quadro fessurativo complesso) o caratterizzate da fenomeni d'indebolimento locale quali, ad esempio la presenza di canne fumarie o intercapedini di qualsiasi genere, carenze di ammorsature ai nodi, ecc.

In linea generale per gli interventi strutturali sulle pareti murarie, ove sarà possibile, si dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe, o quantomeno il più compatibile possibile, con quelle dei materiali in opera.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal DM 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive CM 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690, DM 27 luglio 1985, DM 20 novembre 1987, CMLLP 4 gennaio 1989 n. 30787, DM 16 gennaio 1996, CMLLP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

### **CN am. 2. RICUCITURA DELLE MURATURE MEDIANTE SOSTITUZIONE PARZIALE DEL MATERALE (SCUCU E CUCI)**

L'operazione di scuci e cuci consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale. Le murature, degradate al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, e, quindi, meccanica, saranno dunque ripristinate con "nuovi" materiali, compatibili per natura e dimensioni, per mezzo di interventi che siano limitati al solo paramento murario oppure estensibili per tutto lo spessore.

Il materiale di risarcitura dovrà essere scelto con la massima cura, in quanto i nuovi elementi dovranno soddisfare le esigenze storiche, estetiche, ma soprattutto tecniche, e al contempo risultare compatibili con la preesistenza per dimensioni, evitando la discontinuità della struttura muraria ed eventuali scollamenti tra le parti, e natura, evitando, ad esempio, l'insorgenza di macchie per il diverso grado di assorbimento conseguente alla diversa compattezza del materiale prescelto.

Rilevata accuratamente la porzione da sostituire, si procederà prima alla messa in opera degli opportuni puntellamenti al fine di evitare spiacevoli e indesiderati crolli e deformazioni, e successivamente, una volta divisa la stessa in cantieri che, rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di ripristino, non superino 1,5 m di altezza e 1 m di larghezza, alternando demolizioni e successive ricostruzioni in modo da garantire alle parti di murature limitrofe di continuare ad assolvere la funzione statica della struttura.



Completata la fase di asportazione, che potrà avvenire anche manualmente con l'ausilio di martelli, punte e leve, sarà necessario rimuovere i detriti pulverulenti e grossolani dalla cavità con spazzole, raschietti o aspiratori.

Il materiale dovrà essere messo in opera in modo tale consentire l'inserimento di zeppe di legno tra la nuova e la vecchia muratura da sostituirsi, a ritiro avvenuto, con materiale compatibile, ovvero mattoni pieni, e malta fluida.

La malta di connessione dovrà essere una malta di calce idraulica naturale NHL 5 (o in alternativa NHL-Z 5) con inerte costituito da sabbia silicea, cocciopesto e pozzolana, adeguatamente vagliati e lavati, (rapporto inerte 1:2 o 1:3).

### **CN am. 3. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI**

L'intervento, la cui procedura è indicata in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne, presenti fin dall'origine, o formatesi, come nel caso specifico, inseguito a dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura, dovrà prevedere una preventiva ed attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle cavità, nonché la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Previa indagine diagnostica da attuarsi con le comuni tecniche a disposizione, o in base all'importanza del manufatto e su specifica richiesta con indagini di altro tipo, e comunque non distruttive, sarà obbligatorio attuare le verifiche di consolidamento su campioni tipo mediante miscele di differente tipo al fine di assicurarsi che la penetrazione dell'iniezione giunga fino al livello interessato.

Nel caso specifico, la procedura operativa consisterà nell'iniettare una miscela all'interno di fori, opportunamente e convenientemente predisposti, mediante perforazioni, distribuite regolarmente sull'apparecchio murario, ed estrusione a pressione variabile di boiaccia idraulica che, riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti, provvede al consolidamento della struttura mediante ripristino della continuità.

Ogni campioni, che sia oggetto della procedura di consolidamento, nonché alla base dei prodotti utilizzati, dovrà essere necessariamente catalogato ed etichettato, riportando la data di esecuzione, il tipo di prodotti e/o le percentuali d'impasto utilizzate, nonché le modalità e tempi di applicazione.

#### **CN am. 3.1 Consolidamento mediante iniezioni non armate**

L'intervento, conforme al punto 3, lettera a), dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, sarà da attuarsi nel caso in cui l'apparecchio murario, sottoposto per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenti con cavità interne e fessure grossolane.

L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovvero presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiaccia legante, dovendo essere strutturata in modo da assicurare un'adeguata penetrabilità, dovrà presentare una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa consisterà delle seguenti fasi esecutive: *preparazione del supporto, esecuzione dei fori, iniezione della boiaccia legante*.

##### Preparazione del supporto

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni e piccole fratture dei conci di laterizio e dei giunti di malta in modo da ottenere un apparecchio murario che, essendo "perfettamente chiuso", sia, quindi, capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare, avendo però anche l'accortezza, nel caso di murature intonacate, di accertare l'idoneità del rivestimento ai fini dell'esecuzione delle fasi successive. (Si rimanda per maggiori dettagli sulle procedure appena descritte agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

##### Esecuzione dei fori

Esecuzione dei fori, secondo le indicazioni di progetto, dettate in base al quadro fessurativo e al tipo di struttura, operando dai 2 ai 4 fori ogni m<sup>2</sup>, di opportuno diametro, e per il quale si reputa sufficiente un  $\phi$  di 16-24 mm, con strumento a rotazione, munito di tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia.

Nelle murature in laterizi pieni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. Maggiori risultati saranno raggiunti con un numero elevato di fori di piccole dimensioni, piuttosto che con un numero modesto di diametro maggiore.

Sarà necessario verificare la sovrapposizione e comunicazione effettiva delle aree iniettate mediante l'introduzione, per almeno 10-12 cm, e successiva sigillatura con la stessa malta di

iniezione, ma di maggiore densità, di appositi tuboncini "testimone", con un  $\phi$  di circa 20 mm, e dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata.

Sarà inoltre necessario evitare che le eventuali sbavature di materiale degradino in maniera irreversibile gli strati di rivestimento limitrofi: le eventuali fuoriuscite dovranno, quindi, essere celermente pulite mediante spugne assorbenti, del tipo *Blitz-fix*, imbevute di acqua ionizzata. Per garantire la corretta diffusione della miscela, si consiglia di praticare dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri e, in presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm, si effettueranno le iniezioni su una sola faccia della struttura.

Prima di effettuare l'iniezione, almeno 24 ore prima, dovrà essere iniettata nel circuito chiuso d'iniezione dell'acqua in modo da saturare la massa e consentire così di mantenere la densità di miscela.

Sarà, inoltre conveniente effettuare un'operazione di pulitura mediante prelavaggio con acqua pura, eventualmente deionizzata per confermare le porzioni delle aree, oggetto d'intervento, e al contempo segnalare l'esistenza di eventuali lesioni, altrimenti non visibili, avendo comunque l'accortezza laddove fosse necessario di eseguire le operazioni supplementari di rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

#### Iniezione della boiaccia legante

Iniezioni delle miscele, che dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità, all'interno dei fori preferibilmente a bassa pressione (tra 0,5 e 1,5 atm, e comunque non superiore alle 2 atm) al fine di evitare pressioni all'interno della massa muraria mediante l'impiego di un'idonea pompa che, a mano o a pompa, sia comunque provvista di manometro.

Si procederanno nell'esecuzione delle iniezioni per file parallele, dal basso verso l'alto dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed eventuali alterazioni nella statica della struttura.

Previa verifica della consistenza materica della muratura, oggetto d'intervento, si inietta la miscela all'interno degli augelli, precedentemente posizionati, con pressione mantenuta costante fino alla fuoriuscita dagli adiacenti tubicini, si procede, quindi, con la chiusura del tubicino, per poi proseguire con il foro adiacente, secondo il piano di lavoro.

Sarà, inoltre, opportuno aumentare la pressione d'immissione, in ragione di 1-2 atm ogni 3-3,5 ml di dislivello per bilanciare adeguatamente la pressione isostatica, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature.

Una volta indurita la miscela, dopo circa 2-3 giorni, si potrà procedere alla rimozione dei boccali e alla successiva sigillatura dei fori con malta appropriata. (si rimanda a quanto detto agli articoli relativi alle stuccature).

*Specifiche sulle miscele:* per la boiaccia per iniezione si potrà utilizzare una miscela di sola calce idraulica naturale NHL 3,5, o NHL-Z 3,5 ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2.

Per evitare eventuali fenomeni di segregazione si consiglia di aggiungere la biacca con fluidificanti, e con agenti espansivi antiritiro per controllare sia il naturale ed eventuale ritiro di assestamento in fase plastica, sia il ritiro idrometrico, che si manifesta, a materiale indurito, dopo 28 giorni e che, protrandosi per lungo tempo, si considera completato dopo 2 anni dalla messa in opera.

Sia che la preparazione avvenga cantiere, sia che si utilizzi un prodotto premiscelato, la boiaccia dovrà comunque possedere i requisiti di una sufficiente fluidità, assenza di aggregazione e acqua essudata, tempo di ripresa compatibile con quello della lavorazione, alto scorrimento, sviluppo di calore in fase di presa ad una temperatura  $< +30^{\circ}\text{C}$ , dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale, resistenza a rottura per compressione  $> 12\text{N/mm}^2$  dopo 28 giorni, peso specifico modesto  $< 1,8\text{ kg/l}$ , resistenza ai Sali comunemente presenti nella muratura (solcatine e ammine), modulo elastico allo stato secco compatibile con quello della muratura ( $3000\text{-}6000\text{ N/mm}^2$ ), ed assenza del fenomeno di ritiro che altrimenti ridurrebbe l'efficacia del contatto.

*Avvertenze:* sarà vietata, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi, dei quali invece occorrerà prevedere il consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura. Per maggiori dettagli si rinvia a quanto detto agli specifici articoli. Si eseguirà il collaudo del consolidamento dopo 90 giorni dall'esecuzione delle suddette iniezioni.

## **Art. 91 – CN sl. OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO SOLAIO IN LEGNO**

### **CN sl. 1. GENERALITÀ**

Le operazioni preliminari, necessarie ed obbligatorie, che l'operatore dovrà compiere prima di iniziare qualunque procedura di consolidamento di strutture lignee orizzontali, saranno:

- \_puntellamento in contromonta (L/300-400) della struttura gravante sugli elementi oggetto dell'intervento mediante sostegno centrale eseguito con ritti regolabili da cantiere (cristi);
- \_rimozione dell'intonaco della fascia di muratura eventualmente interessata dall'intervento e successiva asportazione del pavimento e del relativo sottofondo; pulizia accurata degli elementi lignei da consolidare al fine di asportare gli eventuali strati di pittura, vernici, cere, grassi e polveri presenti sulle parti da trattare mediante operazioni che non siano troppo aggressive per il materiale stesso;
- \_identificazione delle cause intrinseche ed estrinseche del dissesto della struttura;
- \_verifica puntuale del quadro patologico dei manufatti lignei.

### **CN sl. 2. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE SEZIONI MISTE**

L'intervento è conforme al punto 7 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG., riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Il dimensionamento e la verifica del solaio misto legno-clc dovrà eseguirsi seguendo un criterio di calcolo che tenga conto della deformabilità della connessione (Eurocodice 5, UNI ENV 1995 e norma DIN 1052 teoria di Möhler).

La tecnica a sezione mista (legno-acciaio-calcestruzzo), impiegabile nel caso in cui i solai non si trovino più nelle condizioni di assicurare la portata minima di esercizio, e, oltre all'irrigidimento e all'accrescimento della resistenza dello stesso, avrà lo scopo principale di realizzare la coesione legno-calcestruzzo in modo tale che in fase di esercizio la sezione mista, non presentando scorrimenti, agisca, invece, in maniera uniforme.

Il connettore (acciaio) a causa del contatto diretto tra il clc e il legno, lavorando sostanzialmente a taglio, darà vita ad un collegamento che, piuttosto rigido, potrà trovare il suo limite nell'inevitabile fenomeno di rifollamento del foro.

Durante le fasi di lavoro e fino alla maturazione dei getti di calcestruzzo si renderà indispensabile ai fini della sicurezza e del conseguimento della massima funzionalità il puntellamento di tutte le travi di legno: in questo modo i pesi propri verranno sopportati dalla trave composta. Sarà inoltre opportuno, quando possibile, imporre alle travi una controfreccia iniziale mediante puntellamenti supplementari.

Si dovrà obbligatoriamente utilizzare un calcestruzzo di tipo strutturale, impiegando come leganti esclusivamente cementi con Attestato di Conformità (DM 12/7/99 n. 314) ed aggreganti silicei, eventualmente alleggeriti, di peso massimo asciutto in opera di 1600 kg/m<sup>3</sup>, resistenza media a compressione di 30 N/mm<sup>2</sup>, classe di lavorabilità (slump) S3 (semifluido) rapporto acqua-cemento ≤ 0,65, classe 0 di resistenza al fuoco, conducibilità termica media 0,54 W/mK, modulo elastico medio 20000 N/mm<sup>2</sup>.

### **CN sl. 3. ANCORAGGI DELLE TRAVI ALLE MURATURE D'AMBITO**

Il restauro-consolidamento del solaio dovrà soddisfare (punto 7 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG., riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica), insieme ai requisiti di un'adeguata resistenza dei carichi previsti dal progetto e di rigidità trasversale del proprio piano, in modo tale da poter funzionare come diaframma di collegamento e ripartizione tra le strutture verticali, anche quelli di un'efficace ancoraggio e collegamento con le murature perimetrali di supporto del solaio stesso agli effetti di trasmissione degli sforzi.

#### **CN sl. 3.1. Collegamento discontinuo in cemento armato a coda di rondine**

I collegamenti discontinui in cemento armato, da ricavarsi a "strappo" nella muratura, saranno a sezione tronco-conica, di altezza pari a 25 cm, per una profondità di 15 cm ed una larghezza all'estremità della coda di 25 cm. I suddetti cordoli, dimensionati secondo le prescrizioni di progetto, dovranno essere

armati con tondini nervati Fe B 44 K inossidabili o zincati piegati a "Z" (2+2  $\phi$  14 mm e n. 2/3 staffe  $\phi$  10 mm, sporgenti nella soletta del solaio per una lunghezza minima di 20 cm dal solaio al quale saranno resi solidali mediante saldatura in corrispondenza della rete.

L'interasse dei cordoli-ancoraggi, in base alla consistenza e tipologia della muratura, e alle dimensioni del solaio, dovrà essere di 1,5-2 m.

Qualora non sia possibile eseguire il getto di calcestruzzo con continuità tra soletta e cordolo, si dovrà provvedere alla stesura di un'imprimitura nella zona di ripresa prima di gettare il suddetto cordolo.

## **Art. 92 – CN vm.      OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA (LATERIZIO E PIETRA)**

### **CN vm.      1. GENERALITÀ**

Prima di mettere in pratica la specifica procedura di consolidamento, che verrà di seguito enunciata, sarà opportuno seguire la serie di procedure e verifiche, che volte alla conoscenza dell'unità voltata, oggetto d'intervento, ed avendo anche lo scopo di salvaguardare l'integrità di ogni singolo elemento che compone l'unità strutturale, creino le condizioni necessarie alla corretta esecuzione e conseguente efficacia dell'intervento.

#### Verifiche preliminari

- \_riconoscimento ed identificazione dello schema di funzionamento statico del sistema voltato;*
- \_analisi dei materiali e della funzione strutturale dei singoli elementi;*
- \_accertamento delle caratteristiche fisiche e meccaniche della volta e dei singoli elementi che la compongono;*
- \_analisi del quadro fessurativo e conseguente studio del degrado;*
- \_valutazione complessiva del comportamento dell'unità strutturale.*

#### Stuccature preliminari

Si procederà alla stuccatura con malta idraulica di tutte le eventuali lesioni o soluzioni di continuità localizzate all'intradosso della volta, seguendo le prescrizioni della D.L.

#### Puntellatura

Tutta la volta dovrà essere preventivamente sostenuta da un sistema di centine in tutto simile a quello utilizzato per la costruzione. Si ricorda inoltre che le opere di sostegno dovranno insistere su un piano di appoggio assolutamente sicuro.

#### Rimozione materiale inerte

Tutto il materiale sovrapposto alla volta, quale pavimento, sottofondo, piano di posa e rinfiango, dovrà essere rimosso manualmente, procedendo per strati paralleli e successivi fino al vivo dell'estradosso della volta a partire dalla zona di chiave fino all'estremo della volta, avendo sempre l'accortezza di mantenere l'integrità dei materiali.

Nella volta a botte la procedura di rimozione dei suddetti materiali procederà per tratti di uguale dimensione, partendo da entrambi i lati della generatrice superiore fino ai rinfianchi. (Per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico sullo smontaggio delle strutture voltate).

#### Pulizia dell'estradosso

Si eseguirà la pulitura con spazzole di saggina, raschietti, aria compressa, aspiratori, o con altri strumenti ritenuti idonei dalla D.L., le malte degradate e i detriti, che si presentino aridi ed inconsistenti, ma, più in generale, tutto ciò che potrebbe essere da ostacolo alle successive operazioni di consolidamento.

### **CN vm.      2. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE MATERIALI COMPOSITI (CFRP)**

L'intervento (conforme al punto 6 dell'Allegato 3 della CMLPP 10 aprile 1997, n.65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si pone il fine di non modificare i meccanismi resistenti nelle normali condizioni di esercizio; il nuovo sistema muratura-fibra si manifesterà soltanto in caso di particolari sollecitazioni (ad. es., in caso di sisma) per cui saranno richieste prestazioni che la volta non sarà capace di sostenere.

Questo sistema si potrà utilizzare in presenza di superfici voltate per le quali, viste le condizioni di avanzato dissesto, si dovrà evitare la bagnatura estradosale (consolidamento "a secco"), e al contempo ridurre al minimo sia l'incremento del peso delle strutture (normalmente i placcaggi delle superfici potranno oscillare tra 4,5-9 Kg/m<sup>2</sup>) che l'eventuale stress al precario organismo strutturale.

Questa tecnica si basa sull'utilizzazione di nastri di tessuto, di varie dimensioni, in fibre secche di (carbonio, aramidica, vetro), che potranno essere unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bidirezionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o biassiale (fibre inclinate a  $\pm 45^\circ$ ), dotate di elevate caratteristiche meccaniche a trazione ed alta resistenza agli alcali, applicate e "laminati" alla struttura (tecnica "wet lay up").

Le suddette caratteristiche consentono di costituire un materiale "composito" direttamente in opera, mediante l'impiego di una matrice a base di resine epossidiche (o resine poliestere) bicomponenti a bassa viscosità, che assicurano sia il trasferimento delle sollecitazioni alle fibre di rinforzo, sia la protezione della fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura.

I vantaggi di utilizzare i materiali FRP (acronimo di *Fiber Reinforced Polymers*) risiederanno in:

- \_ *intervento non invasivo*, rimovibile e perfettamente adattabile alla forma dei supporti curvilinei con conseguente riduzione della vulnerabilità sismica;
- \_ *conservazione* di traspirazione della volta in muratura;
- \_ *conservazione* degli schemi statici non originali con aumento della resistenza e duttilità;
- \_ *assorbimento* dei carichi asimmetrici con aumento delle capacità portanti ed invariabilità del peso proprio della struttura.

Le fasce di FRP andranno opportunamente orientate secondo gli assi di riferimento, le linee di frattura (ovvero del quadro fessurativo precedentemente rilevato) e di forza individuate; per il loro posizionamento sarà consigliabile prefiggersi i seguenti scopi:

- \_ *intervento non invasivo*, rimovibile e perfettamente adattabile alla forma dei supporti curvilinei con conseguente riduzione della vulnerabilità sismica;
- \_ *conservazione* di traspirazione della volta in muratura;
- \_ *conservazione* degli schemi statici non originali con aumento della resistenza e duttilità;

Passate 6 ore, (ovvero fino a quando il *primer* non risulterà più appiccicoso), e comunque entro le 24 ore successive si applicherà, nei casi in cui la superficie si presenti irregolare o quando la consistenza del supporto necessita di un rinforzo supplementare, una rasatura per uno spessore di circa 1-2 mm, con spatola o frattazzo, (lavorabilità a 20°C 30-40 min., temperatura minima di applicazione 5°C, resistenza a trazione diretta 12-24 MPa, resistenza a trazione per flessione  $\geq 35$  MPa, modulo elastico 180-220 GPa, indurimento al tatto a 20°C 8-10 h) costituita da stucco epossidico (bicomponente) compatibile con il *primer* e con il successivo adesivo.

Trascorso il tempo necessario (comunque entro le 24 ore successive) per ottenere la condizione di fuori tatto si stenderà, uniformemente sulla superficie della volta mediante pennello o rullo (a pelo corto), e fresco su fresco, sopra le zone precedentemente trattate con il *primer*, ovvero con la rasatura, un adesivo epossidico (bicomponente) a consistenza tissotropica (lavorabilità a 20°C 30-40 min., temperatura minima di applicazione 10°-12°C, resistenza a trazione diretta  $\geq 30$  MPa, resistenza a trazione per flessione  $\geq 50$  MPa, modulo elastico a trazione diretta 300-350 GPa, allungamento a rottura 2-5 %, assorbimento acqua 0,05-0,3 %, indurimento al tatto a 20°C 16-18 h).

Seguirà l'immediata applicazione dei nastri di rinforzo, opportunamente orientati secondo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza individuate, esercitando una pressione regolare, per 2 o 3 volte, nella direzione longitudinale della fibra mediante un rullino di gomma rigida od a denti smussati al fine di eliminare sia l'eventuale aria dallo strato di resina, sia per completare l'impregnazione del nastro.

I nastri, che dovranno presentarsi ben stesi e ben ancorati, saranno costituiti da strisce di larghezza variabile da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere: carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramidica circa 0,21 mm), e il peso anch'esso variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es., fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 330-500 g/m<sup>2</sup>, mentre fibre di carbonio bidirezionali peseranno circa 450-600 g/m<sup>2</sup>).

Le eventuali sovrapposizione, nella direzione longitudinale, dovranno essere di almeno 20-30 cm, mentre, nella direzione trasversale potranno essere più ridotte (saranno sufficienti 2-5 cm).

Passata 1 ora, si procederà alla stesura della "seconda mano" di adesivo. Se le specifiche di progetto o le prescrizioni della D.L. indicheranno più strati di composito, si ripeteranno le operazioni enunciate precedentemente.

*Avvertenze:* nel consolidamento di volte in muratura si dovrà tener che il dimensionamento dei nastri potrà ritenersi un fattore abbastanza marginale, in quanto il grado di resistenza a trazione, necessario per aumentare la resistenza di una volta, sarà sempre molto al di sotto delle prestazioni minime dei materiali FRP.

Altri sono i fattori ai quali si dovrà prestare attenzione, tra i quali il corretto posizionamento dei nastri, e la loro idonea "impregnatura" con la resina e la presenza di un doppio strato di nastro, che sarà in funzione non tanto nel fornire una maggior resistenza all'unità strutturale (resistenza, generalmente, già sufficientemente fornita da un solo nastro), quanto piuttosto nel garantire una miglior risposta ad eventuali sollecitazioni "passive", normali alle fibre che possono intervenire a causa delle irregolarità della superficie di supporto (da qui l'importanza di livellare la superficie di posa).

Un doppio strato si rivelerà meno "delicato" nei punti angolosi grazie al frazionamento delle "sollecitazioni" dovuto alla presenza di più resina e al non perfetto parallelismo tra le fibre dei due strati.

Dovrà essere fatta particolare attenzione nel rispettare i rapporti di miscelazione e i tempi di catalizzazione sia del primer che dell'adesivo epossidico; in caso contrario potrebbero verificarsi dannose esfoliazioni degli strati.

*Specifiche sui materiali:* si rinvia all'articolo 61—"Materiali compositi FRP" del capo II –Qualità e provenienza dei materiali– del presente Capitolato Speciale.

## **CN vm. 2.1 FASCIATURA DELL'ESTRADOSSO CON FRP**

### **CN vm. 2.1.1 Volta a botte**

La procedura verrà attuata allo scopo di alleggerire, mediante asportazione di materiale che insiste sulla volta, la spinta, distribuire in maniera omogenea i carichi e al contempo procedere all'irrigidimento del sistema della volta.

Previo esecuzione delle procedure preliminari, si procederà alla messa in opera di uno strato di malta idraulica al fine di stuccare le lesioni localizzate in corrispondenza dell'intradosso della volta, che sarà preventivamente sostenuta da un sistema di centine in tutto simile a quello impiegato per la costruzione.

Si provvederà, quindi, alla manuale rimozione dello strato di materiale sovrapposto alla volta per strati successivi e paralleli dalla zona di chiave fino all'intradosso della volta, ovvero partendo da entrambi i lati della generatrice superiore si giungerà per strati di uguale dimensione fino ai rinfinchi.

La successiva operazione di pulitura avverrà meccanicamente mediante l'ausilio di idonei strumenti, quali spazzole di saggina, raschietti, aria compressa ed aspiratori, al fine di rimuovere tutto ciò che potrebbe essere di ostacolo all'operazione di consolidamento (malte leganti degradate, detriti, ecc.).

Secondo la procedura di fasciatura dell'estradosso mediante materiali compositi, che nel caso specifico prevede l'impiego di fibre secche di carbonio bidirezionale, orientate secondo direzioni 0° e 90°, di 15 cm di lunghezza e di 1 cm di spessore e l'aggiunta di frenelli, si procederà, previa accurata pulitura dell'estradosso e preparazione della superficie mediante stuccatura delle eventuali fessurazioni e successivo livellamento delle irregolarità con malte di calce al fine di rendere la superficie il più regolare possibile, la stesura da parte di operai specializzati di due strati preparatori.

Con lo scopo di migliorare l'aggrappaggio della muratura si procederà alla stesura a pennello o a rullo di un primo strato, costituito da un primer di resina epossidica fluida, a bassa viscosità, in quantità che, variabile in base alla porosità e scabrezza della muratura, è in genere pari a 0,2 l/m<sup>2</sup>; nel caso in cui la prima mano risultasse troppo assorbita dal supporto, si potrà procedere con una seconda mano del suddetto strato.

Passate almeno 6 ore, ovvero quando il primer non sarà più appiccicaticcio, sarà necessario regolarizzare la superficie mediante rasatura per uno spessore di circa 1-2 mm con spatola o frettazzo costituita da stucco epossidico (bicomponente) compatibile con il *primer* e con il successivo adesivo.

Trascorso il tempo necessario (comunque entro le 24 ore successive) all'asciugatura si stenderà, uniformemente sulla superficie della volta mediante pennello o rullo (a pelo corto), un adesivo epossidico (bicomponente) a consistenza tissotropica.

Seguirà l'immediata applicazione dei nastri di rinforzo, esercitando una pressione regolare, per 2 o 3 volte, nella direzione longitudinale della fibra mediante un rullino di gomma rigida od a denti smussati al fine di eliminare sia l'eventuale aria dallo strato di resina, sia per completare l'impregnazione del nastro. In particolare,

*Le fibre longitudinali* verranno disposte ad una distanza di 60 cm dal muro parallelo, mentre quella centrale correrà lungo la chiave di volta ad una distanza di 1 m dalle fasce laterali;

*Le fibre trasversali* verranno disposte ad una distanza di 2 m l'una dall'altra e dal muro laterale, tranne l'una che, a causa della lesione, sarà invece disposta ad 1,20 m.

Passata 1 ora, si procederà alla stesura della "seconda mano" di adesivo.

L'ancoraggio delle fibre al muratura d'ambito, che avverrà mediante inserimento delle stesse per uno spessore di 20 cm, prevede una preventiva scucitura della muratura, all'interno della quale verranno alloggiate, e successiva ricucitura.

La messa in opera dei rinfianchi cellulari, ossia frenelli, prevede, previa esecuzione delle operazioni preliminari, raschiatura e spazzolatura dei giunti di malta dell'estradosso della volta, e successiva esecuzione di una sottile cappa mediante biacca di malta a base di calce idraulica naturale al fine di saturare gli eventuali giunti sconnessi tra i laterizi.

*Specifiche sui materiali:* i frenelli, che avranno un interasse tra muretti trasversali di 40 cm, mentre il muretto longitudinale disterà dal muro 1,20 cm, saranno realizzanti con mattoni forati (10×25) e malta idraulica.



**IM cl.****1. IMPERMEABILIZZAZIONE TERRAZZE A TASCA**

La procedura, che sarà rivolta a quei manufatti che necessiteranno di operazioni di impermeabilizzazione al fine di ripristinare la tenuta all'acqua ed eliminare le eventuali infiltrazioni ai vani sottostanti, provvederà lo smontaggio della pavimentazione (si veda articolo specifico) compreso l'eventuale zoccolino battiscopa, la sottostante malta d'allettamento, e l'eventuale massetto di pendenza, mentre si dovrà assolutamente evitare smontaggi e demolizioni di solette collaborati.

Successivamente, previa asportazione di parti friabili, polvere e qualsiasi sostanza estranea dalla superficie della soletta, si provvederà alla regolarizzazione delle irregolarità e all'eventuale correzione delle pendenze, che non dovranno essere inferiori al 2%, mediante la posa in opera di un massetto (minimo 3 cm) in conglomerato dosato a 2,5 q di calce idraulica naturale NHL 5 e sabbia grossa (granulometria: 2 parti 1,5-5 mm + 1 parte 0,5-1,2 mm) o aggregati alleggeriti tipo argilla espansa o vermiculite (granulometria 1-5 mm), che dovrà essere tirato a regolo, battuto, spianato, secondo i livelli stabiliti dagli elaborati di progetto, e, quindi, lasciato stagionare per il tempo necessario (almeno 3 giorni).

Inoltre le eventuali lesioni che si potrebbero manifestare in seguito alla suddetta procedura dovranno essere riempite con boiaccia di calce idraulica.

Su questo piano si procederà alla messa in opera dell'impermeabilizzazione mediante una guaina liquida elastomero bituminosa all'acqua (prodotto a consistenza liquida a base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa, allungamento a rottura ca. 1000%, resistenza alte temperature >150°C, flessibilità a freddo -10°C, resistenza a trazione long. 16 N/cm<sup>2</sup> e trasv. 20 N/cm<sup>2</sup>, tempo di essiccazione superficiale ca. 1 h) stesa a pennello o a rullo in due mani, alla distanza di 24 ore una dall'altra, diluita con il 5% di acqua per un consumo di circa 1 kg al m<sup>2</sup>, in uno spessore massimo di 1 mm per ogni mano.

I piani orizzontali dovranno essere raccordati con quelli verticali, in modo da ottenere una perfetta tenuta impermeabile del sistema, tramite l'utilizzo d'appositi faldali o gusci, come, ad esempio, nastro di poliestere gommato fermato ed in seguito verniciato con la medesima guaina liquida, al fine di evitare infiltrazioni di acque meteoriche.

Ad impermeabilizzazione perfettamente secca, s'incollerà, mediante la stessa resina bituminosa, un foglio di tessuto non tessuto in poliestere imputrescibile da 170 g/m<sup>2</sup> (caratteristiche minime: punto di rammollimento >150°C, peso ca. 1,2 kg/m<sup>2</sup>, flessibilità a freddo -10°C, stabilità di forma a caldo >120°C, carico di rottura a trazione long. 800 N/5cm, trasv. 370 N/5 cm, allungamento a rottura long. 30%, trasv. 50%) allo scopo di proteggere il manto impermeabile, e, al contempo per assolvere il compito di supporto poroso, necessario alla successiva adesione del collante delle nuove piastrelle di rivestimento.

La procedura terminerà con la posa in opera del pavimento, precedentemente smontato, con nuovi elementi nuovi, se quelli originali non potranno essere recuperati, indicati negli elaborati di progetto.

Una particolare cura dovrà essere riposta nella sigillatura delle fughe, che di norma non dovranno superare i 3 mm, utilizzando l'impasto indicato dagli elaborati di progetto, o, in alternativa una boiaccia liquida a base di cemento bianco, eventualmente pigmentato con ossidi colorati massimo 10%, con l'eventuale aggiunta di lattice acrilico al fine di conferire un minimo d'elasticità alla boiaccia.

*Avvertenze:* durante la procedura, soprattutto dopo l'asportazione del massetto di pendenze o dopo la prima mano d'impermeabilizzante, sarà sempre necessario, anche in estate, predisporre idonee protezioni temporanee della zona d'intervento al fine di evitare eventuali infiltrazioni d'acqua nei vani sottostanti, causate da precipitazioni piovose.

**IM cl.****2. IMPERMEABILIZZAZIONE MEDIANTE RIVESTIMENTO SOTTOCOPPO**

La procedura, che sarà rivolta a quei manufatti datati di pendenze normali (tetti a falda) che necessitano di un'operazione di impermeabilizzazione al fine di ripristinare la tenuta all'acqua ed eliminare le eventuali infiltrazioni ai vani sottostanti, mediante un'adeguata preparazione del supporto, e successiva la messa in opera di resine sintetiche all'acqua da applicarsi a rullo o a aerless.

Si otterrà a lavoro finito un rivestimento sottocoppo idrorepellente, permeabile al vapore acqueo.

## **CAPO V-OPERE VARIE E IMPIANTI**

### **Art. 94 – PAVIMENTI**

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana, osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla D.L.

I singoli elementi, combaciando esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al supporto e senza alcuna connessioni degli elementi a contatto né ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per almeno mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando, quindi, il raccordo o guscio, e, solo nel caso in cui ultimo venga prescritto, si dovranno sovrapporre al pavimento tanto il raccordo stesso quanto l'intonaco per almeno 15 mm.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta, e l'appaltatore avrà l'obbligo di impedire per un periodo di almeno 10 giorni, dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'accesso di qualunque persona nei locali, anche nel caso di pavimenti costruiti da altre ditte.

Di conseguenza, nel caso in cui i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'appaltatore avrà cura di ricostruire le parti danneggiate a proprie spese.

L'appaltatore ha inoltre l'obbligo di presentare alla D.L. i campioni dei pavimenti prescritti alla D.L., che ha piena facoltà di provvedere al materiale di pavimentazione, e, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere anche alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco, eseguendo il sottofondo in base alle disposizioni che saranno impartite dalla direzione stessa.

Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi, e, se non potesse farne a meno, d'impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, che saranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino comunque la modernità in modo da distinguerli da quelli originali.

Il piano destinato alla posa dei pavimenti in genere dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, eseguibile fino alla profondità necessaria, in modo che la superficie risulti regolare e parallela a quella del pavimento.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo le prescrizioni impartite dalla D.L., da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore ai 4 cm, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni.

Prima della posa del pavimento, previo riempimento e stuccatura con un beverone di calce o cemento delle lesioni che potrebbero manifestarsi nel sottofondo stesso, si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm.

Nel caso in cui si richiedesse un massetto di notevole leggerezza, la D.L. potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie compressibili, il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato che, di congruo spessore, sarà gettato sopra un piano ben costipato e fortemente battuto al fine di evitare eventuali cedimenti.

#### Pavimenti in marmette di graniglia

Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia, disteso sopra il massetto;

Le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le sconnessioni, che dovranno essere stuccate con cemento, avranno una larghezza non superiore a 1 mm.

Avvenuta la presa della malta, i pavimenti saranno prima arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e successivamente spalmati in un con una mano di cera.

#### Pavimenti in piastrelle di ceramica

Si distenderà sul massetto in calcestruzzo uno strato di malta cementizia magra dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato.

Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco in base al disegno le mattonelle, che saranno successivamente rimosse, ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, e, quindi, ben premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle sconnessioni, che a loro volta verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesa sopra.

La superficie sarà, quindi, pulita, tirata a lucido con segatura bagnata, e, quindi, con cera.

Il giunto di posa, in relazione alla natura della mattonella, verrà effettuato a giunto unito, accostandole a perfetto contatto ed allineandole in linee parallele, oppure a giunto aperto, lasciando un piccolo spazio (5-10 mm) da stuccare con i materiali prescritti in modo tale che la griglia formata dai giunti sia il più possibile omogenea e regolare.

#### Pavimenti in lastre di marmo:

le lastre, posate su uno strato di malta cementizia, disteso sopra il massetto, verranno premute fino a quando la malta rifluisce dalle connessioni, che dovranno essere stuccate con cemento, di larghezza non superiore ad 1mm.

Avvenuta la presa della malta, i pavimenti verranno arrotati e successivamente spalmati con una mano di cera.

Il pavimento dovrà essere incollato su tutta la superficie mediante mastice di resina o altre colle speciali, avendo cura che non si presentino rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dovrà essere eseguita passando e ripassando sul pavimento fino a una segatura (esclusa quella di castagno) inumidita con acqua dolce leggermente saponata.

Successivamente si dovrà prima asciugare il pavimento, passandoci sopra una segatura che sia asciutta e pulita, e poi strofinarlo con stracci imbevuti con olio di lino cotto o, se richiesto, con appositi mezzi meccanici.

La direzione dei lavori potrà richiedere a carico dell'appaltatore un controllo in sito mediante specifiche prove e prelievi distruttivi, di cui poi verrà redatto sempre in sito un apposito verbale, al fine di verificare ed accertare che i valori caratteristici dei materiali e le modalità di posa in opera siano o meno corrispondenti a quelli indicate dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore

### **Art. 95 – INFISSI**

Per infissi si intenderanno gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio nel suo complesso o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Questa categoria includerà elementi fissi, quali luci fisse non apribili e serramenti, ovvero con parti apribili. Questi ultimi si divideranno in relazione alla loro funzione si divideranno in porte, finestre e schermi oscuranti.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali si dovrà essere fatto riferimento alla norma UNI 8369.

La D.L. potrà, ai fini dell'accettazione dei suddetti elementi, che saranno considerati al momento della loro fornitura, procedere a controlli anche parziali su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

#### Luci fisse

Le luci fisse dovranno essere realizzate nella forma e nelle dimensioni con i materiali indicati negli elaborati esecutivi di progetto, e nell'insieme garantire con limitato decadimento nel tempo resistenza alle sollecitazioni meccaniche, dovute all'azione del vento od agli urti, tenuta all'aria e all'acqua, nonché presentare prestazioni d'isolamento termico e acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici ecc.

La D.L. potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti ecc.), e l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione, quali tenuta all'acqua e all'aria, resistenza agli urti ecc.;

In caso di dubbio o contestazione, sarà licenza della D.L. chiedere la ripetizione di tali prove secondo modalità che saranno definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

#### Serramenti

I serramenti interni ed esterni, quali finestre, porte finestre e simili, dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate negli elaborati esecutivi di progetto, e nel loro insieme garantire nel tempo resistenza alle varie sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici così da contribuire al mantenimento delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione ecc.

La D.L. potrà inoltre procedere all'accettazione dei serramenti mediante controllo dei materiali che costituiranno (anta, telaio), dei trattamenti preservanti ed i rivestimenti, dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, nonché degli accessori, e delle sue caratteristiche costruttive con particolare riferimento alle dimensioni delle sezioni resistenti, alla conformazione dei giunti, alle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ganci ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e alle parti costruttive che influiscono direttamente sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, nonché sulle altre prestazioni richieste.

La D.L. potrà, altresì, procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche.

## **Art. 96 – OPERE DA STAGNINO**

### **1. GENERALITÀ**

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, che dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché, lavorati a regola d'arte, saranno dati in opera 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 oppure con 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, quali ad esempio tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, 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.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore dei 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.

### **2. TUBAZIONI E CANALI DI GRONDA**

#### **2.1. Tubazioni in genere**

Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno seguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento delle stesse e con le necessità estetiche, evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere, quindi, collocate in modo da non ingombrare ed essere facilmente ispezionabili, soprattutto in corrispondenza di giunti, sifoni, ecc.

Le tubazioni di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

#### Le condutture interrate all'esterno

dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno 1 m sotto il piano stradale;

#### Le condutture orizzontali

nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate sia dai muri che dal fondo delle incassature di almeno 5 cm almeno, evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti;

#### Le condutture verticali

ossia le colonne lungo le pareti dovranno essere disposte entro apposite incassature praticate nelle murature di ampiezza sufficiente ad eseguire le giunzioni, ecc., 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 delle tubazioni a pressione quanto di quelle a pelo libero, queste dovranno essere provate, prima della loro messa in funzione, dall'impresa a proprie spese,

Anche nel caso in cui si manifestassero delle perdite, se pur di lieve entità, queste dovranno essere riparate e rese stagne dall'impresa stessa così come sarà sempre a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si dovesse manifestare nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e fino al momento del collaudo, inclusa ogni eventuale opera di ripristino.

#### 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 1 ml.

#### Le condutture interrate

poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., di forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°.

In ogni caso, i suddetti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita, e nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

## **2.2. Canali di gronda**

I canali di gronda, che potranno essere in lamiera di ferro zincato, in rame, in materiale sintetico, dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno descritte dalla D.L.

#### I canali di gronda in PVC,

che potranno essere sagomati in tondo o a sezione diversa, secondo le prescrizioni della D.L., e che saranno posti in opera su apposite cicogne, dovranno essere dotati di giunti al fine di consentire l'assorbimento delle dilatazioni termiche a cui sono sottoposti;

#### I canali di gronda in lamiera zincata,

che verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della D.L., saranno 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 0,60 m.

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 descritto ed assicurate mediante legature in filo di ferro zincato.

Le giunzioni saranno eseguite con appositi coprigiunti chiodati e saldati con mastici speciali.

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. 97 – OPERE DA PITTORE**

### **1. NORME GENERALI**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura, dovrà essere preceduta da un'accurata preparazione delle superfici, quali raschiature, scrostature ed eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorra per uguagliare le superfici, che comunque dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, e, quindi pomiciate e lisciate, previa imprimitura con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Un particolare riguardo si dovrà avere per le superfici da rivestire con vernici.

#### Per le opere in legno,

la stuccatura ed l'imprimitura dovrà essere eseguita con mastici adatti.

La levigatura e la 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 quanto altro occorra affinché l'esecuzione dei lavori sia eseguito 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 che comunque 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., che dovrà adottare ogni precauzione e mezzo necessari 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.

La D.L. avrà inoltre la facoltà di variare le opere sopprimendone alcune o aggiungendone altre ritenute più adatte al caso specifico, e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza sollevare eccezioni di sorta.

Di conseguenza il prezzo dell'opera subirà variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare alcun diritto a compensi speciali.

## **Art. 96 – IMPIANTI**

### **1. GENERALITÀ**

Prima di dare inizio alla realizzazione di qualsiasi d'impianto in genere (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 o al ripristino d'impianti che, fermi da troppo tempo, non siano, quindi, più conformi alla normativa vigente.

A tal fine all'appaltatore potrà essere richiesta l'esecuzione di un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale dovrà riportare con precisione di tutti gli impianti esistenti la collocazione, tipologia, tipo di distribuzione, di alimentazione ecc..

L'appaltatore avrà anche il compito di evidenziare nel rilievo i vani idonei a contenere i nuovi impianti (canne fumarie, intercapedini, doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi, ecc.) al fine di realizzare nuovi impianti che siano indipendenti dall'edificio esistente, evitando altresì inserimenti sottotraccia e al contempo riducendo al minimo gli interventi di demolizioni e i disfacimenti, se pur parziali.

Se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore sarà tenuto a conservare gli impianti esistenti mediante lavorazioni che consentano alla loro messa a norma o al loro potenziamento, sfruttando le linee di distribuzione esistenti e dove 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.

Nel caso in cui il progetto dell'impianto non sia fornito dall'amministrazione, ma sia invece a carico dell'appaltatore, questi dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla D.L. che agli organi preposti alla tutela, con i quali concorderà poi le diverse soluzioni ed gli accorgimenti particolari.

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).

### **2. IMPIANTI DI SCARICO DELLE ACQUE REFLUE**

Per impianto di scarico delle acque reflue s'intende l'insieme delle condotte, degli apparecchi, e dei raccordi che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico dovrà essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

In caso di necessità e conformemente agli elaborati di progetto, il sistema di scarico dovrà essere suddiviso in più reti che convogliano separatamente le acque fecali, le acque saponose e le acque grasse.

Il modo di convogliamento delle acque reflue sarà in ogni caso conforme alle prescrizioni delle autorità competenti.

L'impianto verrà funzionalmente suddiviso nelle seguenti parti destinate al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori), ventilazione primaria, ventilazione secondaria, raccolta e sollevamento sotto quota; trattamento delle acque.

L'appaltatore utilizzerà i materiali, i componenti e le modalità indicati negli elaborati di progetto, e nel caso in cui questi non siano specificati, conformemente alla norma **UNI 9183**, le seguenti prescrizioni:

l'impianto sarà eseguito in modo da consentire una facile e rapida manutenzione, nonché pulizia.

Si dovrà inoltre consentire la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi interventi distruttivi degli elementi della costruzione, e permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e di un suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

le tubazioni orizzontali e verticali saranno allineate secondo il loro asse, parallelamente alle pareti, e con la pendenza prevista dal progetto.

I tubi non potranno essere collocati sopra apparecchi elettrici o dove le eventuali perdite dell'impianto possano provocare danni ed inquinamenti. Nei casi in cui non sarà possibile, l'appaltatore dovrà adottare tutte le adeguate cautele e protezioni al fine di convogliare i liquidi in un punto di raccolta.

i raccordi dovranno essere posizionati con curve e pezzi speciali secondo le indicazioni del punto precedente. Si dovrà evitare l'uso di curve ad angolo retto nelle connessioni orizzontali (saranno ammesse solo fra tubi verticali e orizzontali), le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. Tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti con l'opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

le variazioni di direzione saranno eseguiti tramite raccordi che non apportino apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni saranno collocate in corrispondenza dello spostamento dell'asse delle colonne della verticale, ad una opportuna distanza dallo spostamento, e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo e al di fuori del tratto dove è possibile la formazione delle schiume.

gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria saranno realizzati come richiesto dalla norma **UNI 9183**. Solo nei casi in cui non sarà possibile attuare la fuoriuscita diretta verso l'esterno, le colonne di ventilazione secondaria potranno essere raccordate alle colonne di scarico a una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio, collocato alla quota più alta nell'edificio, e ad una quota inferiore al più basso raccordo di scarico.

le connessioni intermedie tra colonna di scarico e quella di ventilazione saranno realizzate ad almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

i terminali delle colonne che fuoriescono verticalmente dalle coperture saranno posizionate a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili e a non meno di 2 m per coperture praticabili e collocati a 3 m da ogni finestra o a 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

i diversi punti d'ispezione (aventi diametri uguali a quelli dei tubi fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi) saranno posizionati al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione, a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°, ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore, a ogni confluenza di due o più provenienze e alla base di ogni colonna.

I punti per le ispezioni dovranno essere accessibili e avere spazi sufficienti per operare con gli utensili della pulizia.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm l'appaltatore dovrà posizionare dei pozzetti di ispezione a ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m.

si utilizzeranno supporti per tubi e apparecchi staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni.

Le tubazioni dovranno essere supportate in corrispondenza di ogni giunzione: quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 1,00 mm.

Il materiale dei supporti dovrà essere compatibile chimicamente con il materiale dei tubi.

il numero richiesto di giunti di dilatazione sarà collocato in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente.

Gli attraversamenti delle pareti, a seconda della collocazione, potranno essere per incasso diretto con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi), opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti dovranno essere sempre sifonati con possibilità di un secondo attacco.

#### Diramazioni di scarico

Realizzate con i materiali previsti dagli elaborati di progetto, dovranno convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o altri fattori che possano danneggiare le colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico dovrà essere maggiore o uguale alla somma delle singole portate degli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento fra le diramazioni di scarico in piombo e le colonne di scarico di ghisa dovrà essere eseguito tramite l'interposizione di idonei anelli di congiunzione in rame.

Nel caso di diramazioni con materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico dovrà essere eseguito con anelli elastici a pressione o tramite l'accurato incollaggio con mastici speciali in grado da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1:2000 – 31/05/2000 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

Le pendenze delle diramazioni dovranno essere sempre superiori al 2%, e nei tratti orizzontali dovrà essere assicurato un minimo di pendenza in grado di facilitare il deflusso delle acque reflue.

#### Colonne di scarico

Le colonne di scarico saranno costituite dal tipo di tubazioni previste dagli elaborati di progetto.

I diametri saranno determinati in funzione sia delle unità di scarico delle diverse diramazioni che dall'altezza della colonna; tale diametro dovrà essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45°, l'appaltatore organizzerà la suddivisione della colonna in tratti.

L'appaltatore provvederà inoltre a fissare le colonne di scarico alle strutture portanti mediante appositi collari in acciaio inossidabile o in acciaio zincato.

Al fine di evitare i danni apportati dalle dilatazioni termiche fisserà le tubazioni in plastica con due ancoraggi a manicotti scorrevoli da collocare sotto il bicchiere.

#### Collettori di scarico

L'appaltatore collocherà i collettori di scarico in modo che questi abbiano la massima pendenza possibile con la minima lunghezza.

In presenza di eventuali cambiamenti di direzione i collettori saranno realizzati utilizzando ampie curvature con angoli non superiori ai 45°.

In prossimità delle variazioni di direzione (da verticale ad orizzontale) l'appaltatore appronterà due mezze curve a 45° in modo da formare una curva molto ampia.

I collettori di scarico a soffitto dovranno essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico; per le tubazioni in gres tale distanza potrà essere ridotta ad 1 metro.

I collari di sostegno a soffitto potranno essere sia del tipo a nastro regolabile che a collare pesante in metallo o in PVC.

L'appaltatore, prima di collegare i collettori con il recapito esterno, dovrà dotarli di un idoneo dispositivo ispezionabile, a chiusura idraulica e provvisto di attacco idoneo alla ventilazione.

Dovrà, inoltre, assicurare una sufficiente velocità di deflusso (non inferiore a 0,6 m/s) in modo da evitare la separazione dei materiali solidi; la velocità massima di deflusso dovrà essere compatibile con la natura dei materiali dei collettori in modo da non provocare forme di abrasione nella superficie interna dei tubi.

La velocità media di deflusso sarà compresa tra i valori di 0,7 e 2,5 m/s. La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

#### Dimensionamento delle tubazioni di scarico per le acque reflue

Il dimensionamento delle tubazioni sarà eseguito in base alla portata delle acque di scarico.

Il diametro delle diramazioni dipenderà dalla portata delle acque di scarico e dalla pendenza delle tubazioni.

Il diametro delle colonne di scarico, sarà calcolato in relazione al numero degli apparecchi sanitari che scaricano su tutta la colonna e per ogni piano, all'altezza massima della colonna (compreso il tratto esalatore).

Il diametro dei singoli collettori di scarico sarà calcolato in rapporto alla massima quantità di acqua che potrà essere convogliata e alla loro pendenza, tenendo conto della natura del materiale impiegato.



### Dispositivi a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere dotato di un efficace dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

### Pozzetti d'ispezione

L'appaltatore realizzerà le reti di scarico dotandole, conformemente agli elaborati di progetto, del numero richiesto di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipenderanno dalla quota del piano di posa delle tubazioni.

Il volume interno di ogni pozzetto sarà maggiore o uguale al volume della sezione interna della colonna di scarico.

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della definizione degli stessi, l'appaltatore sarà tenuto a fare effettuare a sue spese, in fase di realizzazione, tutte le prove preliminari e le verifiche ritenute dalla D.L. più idonee al tipo di impianto concernenti la qualità dei materiali, la resistenza idraulica delle condutture, ecc.

L'esito positivo delle prove preliminari non solleva l'appaltatore dalle sue responsabilità che cesseranno alla data del collaudo delle opere ed alla fine del periodo di garanzia prevista dalle vigenti leggi.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelli prescritti; verificherà inoltre che l'esecuzione sia coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto.

Potrà, inoltre, verificare le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, ecc.

Al termine dell'installazione la direzione dei lavori potrà verificare che le opere siano state eseguite a regola d'arte e che l'appaltatore sia in possesso delle certificazioni di conformità relative ai materiali utilizzati.

Al termine dei lavori il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo tutti i documenti più significativi (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) e tutte le istruzioni, rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore, che siano utili per le opere di manutenzione dell'impianto.

## **3. 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 secondo un sistema che dovrà essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto concerne le possibilità d'inquinamento.

Gli impianti saranno funzionalmente suddivisi in 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 e i fissaggi, che dovranno essere realizzati in prossimità di ogni giunto, saranno costituiti da materiale compatibili.

I bocchettoni e i sifoni dovranno avere lo stesso diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono e le caditoie a pavimento dovranno essere del tipo sifonato.

Ogni inserimento in un collettore orizzontale dovrà essere eseguito ad almeno 1,5 m 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.) al fine di limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

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, e 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.

## **Allegato I- SCHEDE TECNICHE DI RIFERIMENTO PER I LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO STATICO**

### **1 – Pulitura patina scura dal portale in pietra (Prospetto principale della Chiesa su via del Colosseo)**

#### **INDICAZIONI sullo stato di fatto**

Portale in pietra, su cui si attesta l'antico portone in legno di castagno della chiesa, con evidenti tracce di sporco piuttosto scuro e tenace, di circa 1 mm di spessore, variamente distribuite su tutta la superficie, in particolare lungo la struttura in alzata dello stesso, dovute alla presenza di sali, smog e sostanze organiche di varia natura.

La suddetta patologia non solo fa sì che la superficie lapidea sia costantemente a contatto con le sostanze inquinanti presenti, ma soprattutto rappresenta il tipo di degrado che più di altri è in grado di provocare l'alterazione dello stato del materiale, alterandone la policromia originaria, accentuando l'effetto delle variazioni termiche, ed accelerando così il fenomeno di esfoliazione del materiale stesso con conseguente distacco di frammenti superficiali più o meno consistenti.

#### **OBIETTIVO dell'intervento**

L'intervento si propone la completa rimozione delle suddette macchie mediante un trattamento di pulitura che, articolato in più fasi, dalle tecniche più blande arrivi ad intervenire, laddove il deposito si presenti maggiormente solidale con il supporto, con soluzione relativamente più aggressive

#### **DESCRIZIONE SINTETICA del protocollo operativo**

1. Preparazione del supporto,
2. Lavaggio con spray di acqua ionizzata a bassa pressione,
3. Pulitura meccanica delle parti incoerenti,
4. Pulitura mediante impacco assorbente delle parti più coese,
5. Lavaggio finale.

#### **PROTOCOLLO operativo**

##### **1. Preparazione del supporto**

Si procederà, previa delimitazione dell'area oggetto d'intervento ed opportuna protezione delle zone ad esso non interessate, ad un'accurata pulitura del materiale mediante stracci e/o scopinetti di saggina per eliminare ogni traccia di eventuale deposito e residuo che possa essere facilmente asportabile.

##### **2. Lavaggio con spray di acqua ionizzata a bassa pressione**

Previa protezione mediante idonei teli impermeabili delle parti che, non interessate all'intervento di pulitura, potrebbe comunque essere danneggiate durante la procedura, e pianificazione in cantiere di un idoneo sistema di convogliamento e raccolta delle acque, si procederà ad irrorare per porzioni limitate e dall'alto verso il basso, la superficie lapidea con getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm), opportunamente proiettati da irroratori manuali o ugelli regolabili, in tutto simili a quelli comunemente impiegati negli impianti di irrigazione o in orticoltura.

Si utilizzerà acqua distillata, ossia deionizzata, prodotta in cantiere mediante l'ausilio di un'apparecchiatura opportunamente dotata di gruppo a resine scambioioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro

La suddetta operazione, che oltre all'azione chimica, svolgerà anche un'azione, seppur modesta, meccanica e dilavante per effetto del ruscigliamento, dovrà in ogni caso essere effettuata ad una temperatura di almeno 20-23°C, e mai al di sotto di 14-15°C, e per un periodo di tempo che, non superiore ai 15-20 minuti, sia stabilito in base a specifiche campionature eseguite su parti del materiale, concordate con la D.L.

##### **3. Pulitura meccanica delle parti incoerenti**

Tra un'operazione e l'altra di pulitura sarà opportuno tentare, se non di eliminare, almeno di allentare le croste che appaiono più tenaci, con una blanda azione di bruschinaggio esercita mediante l'ausilio di spazzole morbide di saggina o di nylon.

È naturale che la buona riuscita di questo ulteriore intervento di pulitura dipenda molto dall'abilità e sensibilità dell'operatore, che dovrà prestare una particolare attenzione a non arrecare danni sul manufatto che siano di tipo irreversibile.

#### **4. Pulitura mediante impacco assorbente delle parti più coese**

Qualora le patine continuino, nonostante gli interventi applicati, a persistere in tutto o anche solo in parte sul manufatto, sarà necessario intervenire con un ciclo localizzato di impacchi assorbenti, a base di formulato chimico (acqua deionizzata, carbonato di ammonio e Desogen) veicolato in argilla assorbente, quale sepiolite, applicati con l'ausilio di una spatola per spessori che, non superiore a 2-3 cm, siano comunque concordati dalla D.L.

I tempi di applicazione (generalmente da un minimo di 30 minuti ad un massimo di 90 minuti), le percentuali di carbonato di ammonio nonché la relativa efficacia dell'impacco stesso dovranno rispettare le prescrizioni stabilite dalla D.L. mediante le specifiche tassellature di prova effettuate su parti limitate del manufatto (10×10 cm).

Si raccomanda inoltre di provvedere alla protezione dell'area oggetto d'intervento con teli di polietilene o con carta stagnola al fine di ritardare l'essiccazione e di interporre tra strato di fango e la superficie lapidea un foglio di carta giapponese, di grammatura adeguata ai fini dell'intervento, che funga da filtro.

#### **5. Lavaggio finale**

La procedura si conclude con la rimozione degli eventuali residui mediante pulitura a secco con l'ausilio di pennelli a fibre morbide e successivo lavaggio con acqua deionizzata, accompagnato da una blanda azione meccanica eseguita con spazzole di saggina.

#### **MATERIALI impiegati**

- \_Acqua deionizzata,
- \_Spazzole di saggina,
- \_Carta giapponese,
- \_Sepiolite,
- \_Carbonato di ammonio,
- \_Desogen.

#### **SPECIFICHE sui materiali impiegati**

##### **Acqua deionizzata**

Acqua distillata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici rispettivamente di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH).

##### **Carta giapponese**

Carta di fibre di riso, piuttosto leggera, dotata di robustezza, disponibile in commercio in diversi spessori e pesi da un minimo di 6 gr/m<sup>2</sup> ad un massimo di 110 gr/m<sup>2</sup>

##### **Sepiolite**

Argilla assorbente compatta, molto porosa e leggera, di colore bianco-grigiastro, costituita da silicato idrato di magnesio, che ha la caratteristica di impregnarsi di oli e grassi senza procurare alcun danno alla superficie lapidea.

Oltre a possedere una struttura tale da consentirle di possedere un elevato potere assorbente, ha anche la capacità di assorbire acqua (110-130%) senza per questo aumentare di volume.

Mescolando acqua e sepiolite si potranno costituire dei fanghi con notevoli caratteristiche tixotropiche.

##### **Carbonato di ammonio**

Massa cristallina traslucida con odore ammoniacale e reazione alcalina (pH circa 8-9).

##### **Desogen**

Sale di ammonio quaternario con funzione di tensioattivo neutro.

#### **MATERIALI affini**

Si potrà veicolare il formulato utilizzando, al posto della sepiolite, la *polpa di cellulosa*, ossia pasta di cellulosa di colore bianco, desirenata ed ottenuta dal legno, le cui fibre, di lunghezza variabile da 40 a 200 µ, e di elevata superficie specifica ed altrettanto elevato effetto addensante, hanno insieme ad un comportamento pseudoplastico anche una buona capacità di trattenere i liquidi, dimostrandosi così insolubili in acqua e in presenza di solventi di natura organica.

## **AVVERTENZE**

L'impacco assorbente potrà essere applicato anche su supporti che non sia necessariamente asciutti dal lavaggio precedente; si raccomanda inoltre di applicare il suddetto impacco, procedendo dal basso verso l'alto in modo tale da evitare fastidiosi fenomeni di ruscellamento, nonché di provvedere alla fine di ogni applicazione alla rimozione di eventuali tracce e residui di sostanze chimiche mediante abbondanti lavaggi con acqua deionizzata.

L'eventuale persistenza, nonostante il trattamento chimico, di patine ancora tenaci, renderà necessario la ripetizioni di ulteriori cicli di impacchi estensi o localizzati a seconda delle specifiche necessità.

## **ELEMENTI di giudizio**

Intervento di natura non reversibile, come del resto qualsiasi altro trattamento di pulitura, la cui compatibilità con il supporto andrà valutata di volta in volta, mentre la durabilità, chiaramente in funzione delle specifiche condizioni al contorno, sarà tendenzialmente medio-alta, vista la localizzazioni del manufatto in area che, essendo soggetto ad un limitato traffico veicolare, risulta pertanto non eccessivamente inquinata.

Data la delicatezza delle operazioni, per le quali si richiede una certa destrezza da parte della maestranza addetta, il costo della procedura, anche per tipo di impacco prescelto, e in funzione di quanto l'applicazione sia più o meno estesa a tutta la superficie lapidea o localizzata, sarà tendenzialmente medio-alto. tempi di esecuzione saranno, quindi, variabili.

**Manodopera:** specialistica.

Personale professionalmente qualificato.

**Attrezzatura:** ordinaria.

Irroratore manuale o ugelli regolabili, stracci e scopinetti e spazzole morbide di saggina (o nylon), pennelli a setola morbida, straccio, spatole, teli impermeabili di polietilene o carta stagnola.

## **SPECIFICHE ed eventuali MODIFICHE della procedura**

Per l'impacco assorbente si dovrà impiegare un formulato base composto, per ogni litro di acqua distillata, da 200 g di carbonato di ammonio e 10 cc di Desogen.

Si sottolinea inoltre che, qualora le campionature di prova lo rendessero necessario sarà possibile variare la percentuale di carbonato fino ad un massimo di 300 g, fermo restando che in ogni caso il suo pH dovrà comunque aggirarsi intorno ad 8.

## **2 – Pulitura depositi ed incrostazioni dalle lastre di travertino dei gradini di accesso (Prospetto principale della Chiesa su via del Colosseo)**

### **INDICAZIONI sullo stato di fatto**

Gradini in lastre di travertino, non originali e riordinati intorno agli anni settanta con rena di cemento e cemento fuso a travertino, con evidente presenza di puntuali e localizzati depositi ed incrostazioni di sporco più o meno aderente alla superficie, in seguito alla mancata manutenzione della struttura, di natura prevalentemente organica (oli e grassi) ed assimilabili ad una struttura di carattere cerosa.

### **OBIETTIVO dell'intervento**

L'intervento si propone la completa rimozione dei suddetti depositi mediante un trattamento di pulitura che, articolato in più fasi, dalle tecniche più blande arrivi ad intervenire, laddove le incrostazioni si presentino maggiormente solidali con il supporto, con soluzione relativamente più aggressive.

### **DESCRIZIONE SINTETICA del protocollo operativo**

1. Preparazione del supporto,
2. Pulitura meccanica delle parti incoerenti,
3. Pulitura mediante impacco assorbente delle parti più coese,
4. Lavaggio finale.

### **PROTOCOLLO operativo**

#### **1. Preparazione del supporto**

Si procederà, previa delimitazione dell'area oggetto d'intervento ed opportuna protezione delle zone ad esso non interessate, ad un'accurata pulitura del materiale mediante stracci e/o scopinetti di saggina per eliminare ogni traccia di eventuale deposito e residuo che possa essere facilmente asportabile.

#### **2. Pulitura meccanica delle parti incoerenti**

Si potrà procedere alla messa in opera della successiva operazione di pulitura mediante rimozione meccanica dei depositi con l'ausilio di strumenti che, in base al grado di consistenza del deposito stesso, potranno essere scelti tra bisturi, lame e raschietti, spatole metalliche di modesta dimensione.

Si potrà anche utilizzare con tempi di lavoro però piuttosto lungo della carta abrasiva di grana fine (400-600 Mesh) o della pomice su porzioni limitate e a superficie piana o comunque poco irregolare.

#### **3. Pulitura mediante impacco assorbente delle parti più coese**

Qualora si riscontri, nonostante intervento di rimozione meccanica, la presenza di depositi ed incrostazioni residue, sarà necessario intervenire con un ciclo localizzato di impacchi assorbenti, a base di miscele solventi (white spirit, trielina) veicolate in argilla assorbente, quale sepiolite, applicati con l'ausilio di una spatola per spessori che, non superiore a 2-3 cm, siano comunque concordati dalla D.L., da applicarsi piuttosto velocemente, vista l'elevata volatilità di cui sono dotati i solventi.

I tempi di applicazione, la scelta della miscela solvente e la sua efficacia dovranno rispettare le prescrizioni stabilite dalla D.L. mediante le specifiche tassellature di prova effettuate su parti limitate del manufatto (10×10 cm).

Si raccomanda inoltre di provvedere alla protezione dell'area oggetto d'intervento con teli di polietilene o con carta stagnola al fine di ritardare l'essiccazione.

#### **4. Lavaggio finale**

La procedura si conclude con la rimozione degli eventuali residui mediante pulitura a secco con l'ausilio di pennelli a fibre morbide e successivo lavaggio con acqua deionizzata, accompagnato da una blanda azione meccanica eseguita con spazzole a setole rigide di saggina.

### **MATERIALI impiegati**

- \_Bisturi, lame e raschietti, spatole metalliche, eventualmente carta abrasiva e pomice,
- \_Spazzole di saggina,
- \_Sepiolite,

- \_White spirit,
- \_Trielina,
- \_Acqua deionizzata.

## **SPECIFICHE sui materiali impiegati**

### **Sepiolite**

Argilla assorbente compatta, molto porosa e leggera, di colore bianco-grigiastro, costituita da silicato idrato di magnesio, che ha la caratteristica di impregnarsi di oli e grassi senza procurare alcun danno alla superficie lapidea.

Oltre a possedere una in oltre la sua struttura tale da consentirle di possedere un elevato potere assorbente, ha anche la capacità di assorbire acqua (110-130%) senza per questo aumentare di volume.

Mescolando acqua e sepiolite si potranno costituire dei fanghi con notevoli caratteristiche tixotropiche.

### **White spirit** (ragia dearomatizzato)

Solvente costituito da una miscela di idrocarburi, liquido e limpido, di odore caratteristico, insolubile in acqua, ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici.

### **Trielina** (tricloroetilene)

Solvente liquido e limpido, di odore caratteristico che ricorda il cloroformio e ideale per olii, grassi, cere e bitumi, e usualmente impiegato per la pulitura e lo grassaggio di metalli e tessuti. Ha, inoltre, un effetto insetticida.

### **Acqua deionizzata**

Acqua distillata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici rispettivamente di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH).

## **MATERIALI affini**

Si potrà veicolare il formulato utilizzando, al posto della sepiolite, la *polpa di cellulosa*, ossia pasta di cellulosa di colore bianco, desirenata ed ottenuta dal legno, le cui fibre, di lunghezza variabile da 40 a 200 µ, e di elevata superficie specifica ed altrettanto elevato effetto addensante, hanno insieme ad un comportamento pseudoplastico anche una buona capacità di trattenere i liquidi, dimostrandosi così insolubili in acqua e in presenza di solventi di natura organica.

## **AVVERTENZE**

Si raccomanda all'operatore di adoperare durante la procedura meccanica la massima accortezza per evitare l'insorgenza di variazioni morfologiche connesse allo stato di conservazione del manufatto. La suddetta procedura non produrrà invece alcuna variazione cromatica sulle superfici trattate.

L'eventuale persistenza, nonostante l'impacco, di depositi ancora tenaci, renderà necessario la ripetizioni di ulteriori cicli di impacchi estensi o localizzati a seconda delle specifiche necessità, eventualmente variando la composizione della miscela e i relativi tempi di applicazione.

La scelta dei solventi sarà effettuata sulla base di prove campione, eseguite sulla superficie da trattare e dietro specifica autorizzazione della D.L., tenendo anche conto delle diverse esigenze a cui il prodotto sarà chiamato ad assolvere: potere solvente e stabilità, non corrosività, limitata tossicità e bassa infiammabilità.

## **ELEMENTI di giudizio**

Intervento di natura non reversibile, come del resto qualsiasi altro trattamento di pulitura, per il si richiede al personale addetto alla procedura di maneggiare e manipolare i prodotti impiegabili secondo quanto indicato nelle relative etichette e schede di sicurezza, avendo anche l'accortezza di utilizzare sempre dpi (dispositivi di sicurezza) adeguati alla protezione di pelle, occhi, viso e vie respiratorie.

### **Manodopera:** specialistica.

Personale professionalmente qualificato.

### **Attrezzatura:** ordinaria.

Bisturi, lame e raschietti, spatole metalliche, eventualmente carta abrasiva e pomice, spazzole di saggina, teli di polietilene o con carta stagnola.

## **SPECIFICHE ed eventuali MODIFICHE della procedura**

Per l'impacco assorbente si dovrà impiegare una miscela base composta da white spirit e trielina in rapporto di 1:4, di cui sarà possibile variare la densità diminuendo la quantità di sepiolite.

### **3 – Pulitura patina di efflorescenze saline dall'intonaco interno (Interno della Chiesa)**

#### **INDICAZIONI sullo stato di fatto**

Superficie muraria relativa all'interno della chiesa con tinteggiatura, in buono stato di conservazione, a base di latte di calce e pigmenti naturali di colore tendenzialmente bianco per le lesene e i marcapiani ed azzurro per le restanti parti, caratterizzata dalla presenza di puntuali depositi di colattici grigiastri, variamente distribuiti, e striature, diversificate nelle dimensioni, biancastre, dovute alla carbonatazione, prevalentemente localizzate in corrispondenza della parte basamentale della parete di separazione con la rettoria e della parte retrostante la parete d'ingresso della chiesa, e in corrispondenza della parte terminale della cornice del dipinto relativo all'altare maggiore.

Si tratta di un tipo di degrado, principalmente dovuto all'infiltrazione per umidità dell'acqua di invasione, a cui si porrà rimedio mediante opportuno drenaggio delle acque di scorrimento e vespaio aerato in corrispondenza del pianoterra, che è in grado di provocare estese alterazioni cromatiche della superficie intonacata, nonché ridurre, se non addirittura impedire nella peggiore delle ipotesi, la normale traspirazione del supporto.

#### **OBIETTIVO dell'intervento**

La procedura prevede un intervento piuttosto blando, in modo da evitare di alterare i cromatismi esistenti, articolato in una prima pulitura a secco per la rimozione delle parti incoerenti e un successivo passaggio, leggermente più aggressivo, che abbia lo specifico obiettivo di sollecitare la rimozione di depositi più persistenti attraverso l'applicazione di idoneo impacco assorbente.

L'intervento si propone la completa rimozione delle suddette macchie mediante un trattamento di pulitura che, articolato in più fasi, dalle tecniche più blande arrivi ad intervenire, laddove il deposito si presenti maggiormente solidale con il supporto, con soluzione relativamente più aggressive

#### **DESCRIZIONE SINTETICA del protocollo operativo**

1. Preparazione del supporto (preconsolidamento),
2. Pulitura a secco con spugne wishab,
3. Pulitura con impacco assorbente delle parti più coese,
4. Lavaggio finale.

#### **PROTOCOLLO operativo**

##### **1. Preparazione del supporto**

Si procederà, previa delimitazione dell'area oggetto d'intervento ed opportuna protezione delle zone ad esso non interessate che potrebbe comunque essere danneggiate durante la procedura, ad un'eventuale operazione di preconsolidamento delle parti in fase di distacco per consentire l'esecuzione della pulitura senza rischiare perdite localizzate mediante l'applicazione a pennello di resina acrilica al 2-3%, diluita in alcol incolore attraverso l'interposizione di un foglio di carta giapponese, e nel caso in cui l'operazione non risultasse sufficiente mediante micro iniezioni, da dietro, di una miscela composta da calce aerea diluita con percentuale del 5-10% di resina acrilica in emulsione eventualmente caricata con carbonato di calcio o metacaolino micronizzato e additivata con gluconato di sodio.

Le suddette iniezioni verranno effettuate con l'ausilio di normali siringhe di plastica (da 10 cc o 20 cc), procedendo attraverso i fori o le soluzioni di continuità dal basso verso l'alto.

##### **2. Pulitura a secco con spugne wishab**

L'intervento di pulitura consisterà nello strofinare con una leggera pressione la superficie da trattare con l'ausilio di spugne wishab, composte da una massa morbida e spugnosa di colore giallo, a sua volta supportata da una base rigida di colore blu, seguendo la stessa direzione dall'alto verso il basso, partendo dalle aree più chiare fino a quelle più scure; in questo modo lo sporco e la polvere si legheranno alle particelle di spugna, che nel frattempo si sbriciolerà, senza però lasciare rigature, aloni o sbavature di sporco e grazie alla continua formazione di granuli si avrà anche l'auto pulitura della spugna stessa.

In presenza di sporco superficiale particolarmente ostinato, l'intervento potrà essere ripetuto.

A pulitura ultimata, si procederà con la spazzolatura meccanica mediante l'ausilio di scopinetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida, in modo da eliminare eventuali residui di materiale spugnoso.

### **3. Pulitura mediante impacco assorbente delle parti più coese**

Qualora si riscontri, nonostante la rimozione a secco, la presenza di patine biancastre residue, sarà necessario intervenire con un ciclo localizzato di impacchi assorbenti, a base di bicarbonato di ammonio, veicolati in pasta di cellulosa a fibra corta (0-40  $\mu$ ), ed applicati con le mani per spessori, di norma sono di circa 1 cm, che siano comunque concordati dalla D.L.

I tempi di applicazione, le percentuali di bicarbonato di ammonio e i relativi effetti dell'impacco stesso dovranno rispettare le prescrizioni stabilite dalla D.L. mediante le specifiche tassellature di prova effettuate su parti limitate del manufatto (10×10 cm).

In linea generale, i tempi di contatto dovranno essere abbastanza brevi (10-20 minuti) così da limitare l'azione del solvente e dell'acqua alla sola superficie di contatto e solo alla profondità di pochi millimetri.

Si raccomanda inoltre di provvedere alla protezione dell'area oggetto d'intervento con teli di polietilene o con carta stagnola al fine di ritardare l'essiccazione e di interporre zone particolarmente decoese tra strato di cellulosa e la superficie lapidea un foglio di carta giapponese, di grammatura adeguata ai fini dell'intervento, che funga da filtro.

### **4. Lavaggio finale**

La procedura si conclude con la necessaria rimozione a secco con pennelli morbidi e successivo lavaggio con acqua deionizzata, accompagnato da una blanda azione meccanica di spazzolatura eseguita con spazzole morbide di nylon.

#### **MATERIALI impiegati**

- \_Spugne wishab,
- \_Carta giapponese,
- \_Polpa di cellulosa,
- \_Bicarbonato di ammonio,
- \_Acqua deionizzata.

#### **SPECIFICHE sui materiali impiegati**

##### **Spugne wishab**

Costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa in base al tipo prescelto, di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu, esente da ogni tipo di sostanza dannosa, con un pH neutro

L'utilizzo di queste spugne, che dovranno contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, e prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente, consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi, mentre non saranno adatte per rimozione di sporco persistente, come croste nere, o sostanze che siano già penetrate troppo in profondità.

##### **Carta giapponese**

Carta di fibre di riso, piuttosto leggera, dotata di robustezza, disponibile in commercio in diversi spessori e pesi da un minimo di 6 gr/m<sup>2</sup> ad un massimo di 110 gr/m<sup>2</sup>.

##### **Polpa di cellulosa**

Pasta di cellulosa di colore bianco, desirenata ed ottenuta dal legno, le cui fibre di elevata superficie specifica ed altrettanto elevato effetto addensante, hanno insieme ad un comportamento pseudoplastico anche una buona capacità di trattenere i liquidi, dimostrandosi così insolubili in acqua e in presenza di solventi di natura organica.

Un Kg di polpa di cellulosa sarà in grado di trattenere circa 3-4 l di acqua: minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000  $\mu$ ) maggiore sarà la quantità di acqua che sarà in grado di trattenere.

##### **Bicarbonato di ammonio**

Polvere bianca cristallina con leggero odore ammoniacale e reazione debolmente alcalina (pH circa 7-8).

##### **Acqua deionizzata**

Acqua distillata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici rispettivamente di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH).



**MATERIALI affini**

Si potrà veicolare il formulato utilizzando, al posto della polpa di cellulosa, carbossimetilcellulosa e una modesta quantità di polpa di carta molto fine così da ottenere un impasto semitrasparente morbido e pennellabile, e come sostanza attiva, al posto del bicarbonato, carbonato di ammonio.

**AVVERTENZE**

Nell'eventualità in cui si riscontrino efflorescenze chiaramente visibili sarà necessario procedere ad un'anticipata rimozione meccanica al fine di evitare la loro solubilizzazione e conseguente compenetratura in seguito alla messa in opera dell'impacco.

**ELEMENTI di giudizio**

Intervento di natura non reversibile, come qualsiasi trattamento di pulitura, la cui compatibilità con il supporto sarà piuttosto alta durante la pulitura a secco per poi ridursi durante la successiva applicazione dell'impacco, soprattutto per il lavaggio finale ad acqua ionizzata, mentre la durabilità, chiaramente dipenderà dalle specifiche condizioni al contorno.

Data la delicatezza delle operazioni, per le quali si richiede una certa destrezza da parte della maestranza addetta, il costo della procedura, anche per tipo di impacco prescelto, sarà tendenzialmente medio-alto. I tempi di esecuzione saranno, quindi, variabili.

**Manodopera:** specialistica.

Personale professionalmente qualificato.

**Attrezzatura:** ordinaria.

Eventuale siringa di plastica, scopinetti di saggina, pennelli e spazzole di nylon a setola morbida.

**SPECIFICHE ed eventuali MODIFICHE della procedura**

Per l'impacco assorbente si dovrà impiegare un formulato base composto, per ogni litro di acqua distillata, da 100 g di bicarbonato di ammonio.

Si sottolinea inoltre che, qualora le campionature di prova lo rendessero necessario sarà possibile variare la percentuale di bicarbonato fino ad un massimo di 200 g, fermo restando che in ogni caso il suo pH dovrà comunque aggirarsi intorno ad 7,5.

#### **4 – Consolidamento di modeste porzioni di intonaco esterno mediante micro-iniezioni di miscele leganti a bassa pressione (Facciata della Rectoria)**

##### **INDICAZIONI sullo stato di fatto**

Limate porzioni di intonaco, anche di piccolissima entità, in più parti dell'edificio, e in particolare corrispondenza della parte terminale sinistra del prospetto della rectoria, posto su via del Colosseo, con presenza di distacco di modesta entità e formazione localizzata di piccole sacche, dovute all'eccessivo dilavamento della facciata, non sufficientemente protetta dalle acque piovane, alla presenza di umidità per la probabile perdita degli impianti e al naturale invecchiamento del supporto stesso.

##### **OBIETTIVO dell'intervento**

La procedura prevede il consolidamento delle superfici intonacate mediante riadesione delle parti distaccate dal supporto murario e riempimento delle sacche interposte tra il substrato e l'apparecchio murario retrostante.

##### **DESCRIZIONE SINTETICA del protocollo operativo**

1. Operazioni preliminari,
2. Foratura dell'intonaco,
3. Pulitura e preparazione dei fori,
4. Miscelazione del formulato,
5. Esecuzione delle iniezioni,
6. Trattamento finale,
7. Collaudo.

##### **PROTOCOLLO operativo**

###### **1. Operazioni preliminari**

Preventiva saggiatura dell'area oggetto d'intervento mediante leggera ed accurata battitura manuale (sarà sufficiente battere con le nocchie della mano) al fine di individuare con esattezza ed evidenziare, per esempio con un tratteggio a gesso, le zone compatte e quelle che, essendo in fase di distacco, si presentino rigonfie, ossia formanti sacche.

###### **2. Foratura dell'intonaco**

L'assenza di piccoli fori o fessure renderà necessaria la foratura della superficie mediante perforazioni, eseguibili con l'ausilio di piccoli trapani a rotazione, rade nelle zone compatte, più ravvicinate in quelle distaccate.

La limitata estensione della superficie distaccata consentirà l'esecuzione di un unico foro, ed eventualmente di un secondo foro per consentire durante l'immissione del consolidante la fuoriuscita dell'aria dalla sacca.

###### **3. Pulitura e preparazione dei fori**

Preventiva aspirazione di detriti, polveri e quanto altro sia in grado di ostacolare la corretta immissione e percolazione di miscela, e successiva esecuzione di una prima iniezione di acqua ionizzata ed alcool al fine di creare dei canali nella parte retrostante attraverso i quali sia possibile appurare l'eventuale presenza di lesioni o fori dai quali la miscela consolidante potrebbe anche fuoriuscire.

###### **4. Miscelazione del formulato**

Per le micro-iniezioni si utilizzerà una miscela composta da grassello di calce e carbonato di calcio ed un'emulsione di resina acrilica con funzione di colloidante protettore, eventualmente additivata con gluconato di sodio con funzione di fluidificante.

###### **5. Esecuzione delle iniezioni**

Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc), procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa per poi avanzare, una volta che la miscela sia fuoriuscita dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto.

Nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Passati circa 30-35 minuti, se il formulato sarà filtrato, si seguirà al consolidamento di un'altra area di distacco.

Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica.

Nel corso dell'operazione bisognerà stare attenti che il colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente, come, ad es., ritagli di gommapiuma o spugnette tipo *Blitz Fix*.

## **6. Trattamento finale**

Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni,) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali cannule in gomma, si sigilleranno inoltre i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo.

## **7. Collaudo**

Si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone d'intervento.

## **MATERIALI impiegati**

- \_Acqua deionizzata,
- \_Grassello di calce,
- \_Coccio pesto,
- \_Caolino calcinato,
- \_Carbonato di calcio micronizzato,
- \_Resina acrilica in emulsione (tipo *Primal AC 33*),
- \_Prodotti miscelati.

## **SPECIFICHE sui materiali impiegati**

### **Acqua deionizzata**

Acqua distillata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici rispettivamente di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH).

### **Grassello di calce**

Ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (ca. 900°C) di calcari puri formati da solo carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) con modestissime tracce (< 5%) di magnesio, silicee ed altri minerali, (grassello calcico) stato fisico sospensione densa acquosa al 43% circa di solido; pH 11,5-12,5; massa volumetrica 1,3-1,6 gr/cm<sup>3</sup>.

Le calci aeree dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal RD 16-11-1939, n. 2231 e Normativa Europea UNI EN 459:2001.

### **Coccio pesto**

Costituito da coccio macinato disidratato, ricavato dalla frantumazione di argilla cotta, come, ad es., mattoni pieni, coppi di coperture, a bassa temperatura (< a 950°), granulometria polvere 0-1,2 mm, fine 2-5 mm, media 5-10 mm, grossa 10-50 mm.

La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

### **Caolino calcinato micronizzato**

Qualità pregiata di argilla bianca costituita essenzialmente da caolite pura, ottenuta dalla calcinazione tra i 500°C e i 900°C a basso contenuto di sali solubili, sostanze organiche, ferro, gesso, pH al 10% in acqua 5,0; peso specifico 2,3 g/dm<sup>3</sup>; finezza inferiore ai 44 microni.

### **Carbonato di calcio micronizzato**

Costituente dei marmi di Carrara e delle concrezioni calcaree, di norma è commercializzato il tipo precipitato leggero con densità apparente 250 g/l; densità dopo costipamento 750 g/l; residuo a 100 mesh 0,000%; residuo a 325 mesh 0,005%.

### **Resina acrilica in emulsione**

Emulsione acquosa di resina acrilica al 100%, con buona resistenza agli alcali, agli agenti atmosferici, ai raggi U.V. ed all'ingiallimento; pH 9,5-10; massa volumica 1,020 g/cm<sup>3</sup>; viscosità 50 CPS max, residuo secco (non volatile) 46-47%.

### **Prodotti miscelati**

Prodotti a base di calce naturale (aerea o idraulica) a basso peso specifico (variabile da 0,4 kg/dmc a 1,02 kg/dm<sup>3</sup>); bleeding assente; fluidità iniziale e dopo 60 min. < 20 sec.;

granulometria aggregati 0-0,03 mm; inizio presa a +20°C 20-24 h; fine presa a +20°C 44-48 h; resistenza a compressione a 7 gg 20-30 N/mm<sup>2</sup>; a 28 gg 45-55 N/mm<sup>2</sup>; resistenza a flessione a 7 gg 6-8 N/mm<sup>2</sup>; a 28 gg 10-15 N/mm<sup>2</sup>; modulo elastico > 3000 N/mm<sup>2</sup>; temperatura massima durante l'indurimento < 30°C; ritiro 0,7-1,8 µm; ritenzione acqua > 80%; permeabilità al vapore 3-4 µ; porosità totale 40%.

### **PRODOTTI premiscelati affini**

Si potrà veicolare il formulato utilizzando, al posto della polpa di cellulosa, carbossimetilcellulosa e una modesta quantità di polpa di carta molto fine così da ottenere un impasto semitrasparente morbido e pennellabile, e come sostanza attiva, al posto del bicarbonato, carbonato di ammonio.

### **AVVERTENZE**

Quando si effettuano i fori (circa 8-10 fori per cm<sup>2</sup>), la distanza tra loro sarà di norma di circa 40-60 cm e loro localizzazione, sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà, necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata.

Qualora si riscontri durante la prima iniezione di acqua ionizzata di lesioni, occorrerà procedere alla loro puntuale stuccatura, che verrà rimossa a presa avvenuta, tramite malta "magra", a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.

In presenza di forti distacchi su supporti comunque in buono stato di conservazione, si potrà inserire nel foro delle piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

L'iniezione della sola emulsione acrilica è da evitare, in quanto forma un corpo di plastica che riempie ma non fa riaderire le facce distaccate, così come sarà da evitare l'iniezione di calce idraulica naturale, in quanto il calcio idrato può non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua), provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati può reagire dando vita a subflorescenze.

Nel caso in cui si debba procedere alla riadesione di superfici d'intonaco piuttosto estese può rilevarsi utile una compressione della superficie tramite pressione regolare ed uniforme sia durante il periodo di iniezione del consolidante sia durante la presa, che potrà eseguita a seconda dei casi a mano o per mezzo di molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta.

### **ELEMENTI di giudizio**

Intervento irreversibile, la cui compatibilità con il supporto sarà elevata in relazione alla natura della miscela utilizzata.

La durabilità sarà in relazione alle condizioni al contorno anche se, eliminate le cause del distacco, si rileverà lunga.

La messa in opera si comporrà di operazioni abbastanza delicate che richiederanno una certa maestria; il costo della procedura sarà medio così come i tempi di intervento.

**Manodopera:** specialistica.

Personale professionalmente qualificato.

**Attrezzatura:** specialistica.

Piccolo trapano, siringhe di plastica

### **SPECIFICHE ed eventuali MODIFICHE della procedura**

La miscela che si dovrà impiegare sarà costituita da 1 parte di grassello di e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm) diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica in emulsione (che tenderà a trattenere l'acqua così da non far "bruciare" prematuramente la miscela iniettata), eventualmente additivata con gluconato di sodio e, nelle iniezioni di riempimento di sacche consistenti, con 1 parte di cocchio pesto vagliato e lavato (granulometria massima 0,5 mm).

Per gli eventuali piccoli distacchi, ossia con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, si utilizzerà una micro-iniezione composta da 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione che, variabile, sarà comunque compresa tra l'8% e il 10%, caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) al fine di rendere il composto più granuloso e facilitare così l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare il grassello semplicemente aggiungendo una adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata, perché il prodotto così ottenuto (in appena 24 ore) sarà un prodotto scadente.

È pertanto consigliabile utilizzare un grassello di calce spenta da almeno dodici mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta.

**5 – Risarcimento e stilatura dei giunti della porzione muraria perimetrale  
relativa alla fascia di attacco basamentale dell'edificio  
(Facciata della chiesa su via del Cardello)**

**INDICAZIONI sullo stato di fatto**

Porzione muraria perimetrale, di 40 cm di spessore, costituita da mattoncini romani originali, fatti a mano, di colore dal rosso scuro al rosso chiaro, di circa 3 cm di spessore, disposti su file generalmente regolari, legati con malta di calce e sabbia a granulometria variabile, su cui talvolta si innestano elementi lapidei di epoca successiva (mattoni ottocenteschi) a sostituzione e rinforzo della stessa, legati con malta di calce di colorazione più scura (grigio scuro).

La suddetta porzione muraria, che si caratterizza per il carattere fortemente incoerente rispetto alla muratura della restante facciata connesso alla coesione, peraltro labile, della muratura, con possibilità di probabili variazioni nei regimi pensionali, presenta, insieme a diffuse patine ed incrostazione superficiali, fenomeni localizzati di esfoliazione e scagliatura dei laterizi, polverizzazioni e distacchi lungo i letti di malta, nonché erosione, talvolta anche piuttosto profonda, degli stessi giunti.

**OBIETTIVO dell'intervento**

La procedura, che rientra nel più generale intervento di integrazioni di porzioni murarie non recuperabili in quanto non più in grado di assolvere alla loro funzione statica-meccanica, prevede, previa rimozione dei giunti preesistenti mediante operazioni di asportazione e successiva pulitura, il rifacimento degli stessi con materiale che sia ovviamente compatibili alla preesistenza.

**DESCRIZIONE SINTETICA del protocollo operativo**

1. Operazioni preliminari,
2. Preparazione del supporto,
3. Stesura di primo arriccio,
4. Stilatura di finitura.

**PROTOCOLLO operativo**

**1. Operazioni preliminari**

Previo rimozione dei giunti incompatibili e successiva pulitura del supporto, si procederà al consolidamento mediante riadesione del paramento al nucleo.

Si ricorda inoltre ai fini del suddetto intervento è necessario effettuare presso i laboratori specializzati le analisi relative alla composizione delle malte originali.

**2. Preparazione del supporto**

Previo opportuna protezione delle aree confinanti e predisposizione di un sistema di raccolta e allontanamento dell'acqua in eccesso, si procederà all'abbondante bagnatura della superficie da trattare con acqua demineralizzata mediante irroratore manuale e ugelli regolabili.

**3. Stesura di primo arriccio**

Si procederà alla stilatura dei giunti tramite un primo arriccio in malta di calce idraulica naturale (NHL 2) –esente da sali solubili– e sabbia vagliata di diversa granulometria, ottenuta anche dalla frantumazione degli elementi di recupero da cantiere (rapporto legante-inerte 1:2) con l'ausilio di piccole spatole, evitando con cura di intaccare le superfici non interessate, sia con la malta che con le spatole.

**4. Stilatura di finitura**

La stilatura, che verrà realizzata con grassello di calce, sabbia vagliata e/o e pietrisco, ottenuti anche dalla frantumazione di elementi lapidei o laterizi non più utilizzabili per le altre lavorazioni (rapporto legante-inerte 1:3) e che comunque avverrà in leggero sottosquadro, dovrà prevedere una finitura di regolarizzazione a straccio o tramite piccole spugne inumidite con acqua demineralizzata.

**MATERIALI impiegati**

- \_Acqua deionizzata,
- \_Calce idraulica naturale (NHL 2),

- \_Grassello di calce,
- \_Sabbia vagliata.

## **SPECIFICHE sui materiali impiegati**

### **Acqua deionizzata**

Acqua distillata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici rispettivamente di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH).

### **Calce idraulica naturale NHL 2**

Ottenuta dalla cottura a bassa temperatura (ca. 1000°C) di calcare siliceo puro di colore bianco a bassissimo contenuto di sali solubili, elevato tenore di calce libera (55-60%); indice di idraulicità 0,15-0,17; resistenza a compressione a 7 gg 2-3 N/mm<sup>2</sup>; a 28 gg 3-4 N/mm<sup>2</sup>; densità apparente 0,45-0,50 Kg/dm<sup>3</sup>; granulometria a 90 µ da 2 a 5 %; a 200 µ < 0,5%.

Le calci idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD 16-11-1939, n.2231 (G.U. n.92 del 18-04-1940) e alle prescrizioni contenute nella legge 26-05-1965, n.595, nonché alla Normativa Europea UNI EN 459:2001.

### **Grassello di calce**

Ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (ca. 900°C) di calcari puri formati da solo carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) con modestissime tracce (< 5%) di magnesio, silicee ed altri minerali, (grassello calcico) stato fisico sospensione densa acquosa al 43% circa di solido; pH 11,5-12,5; massa volumetrica 1,3-1,6 gr/cm<sup>3</sup>.

Le calci aeree dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal RD 16-11-1939, n. 2231 e Normativa Europea UNI EN 459:2001.

### **Sabbia**

Dovrà essere vagliata e di varia granulometria, e comunque con  $\phi$  max 1 cm.

## **AVVERTENZE**

L'intero ciclo operativo relativo alla preparazione della superficie dovrà essere effettuato solo in condizioni di temperatura esterna di circa 20°C, comunque mai sotto i 14°C.

## **ELEMENTI di giudizio**

Intervento non reversibile, sicuramente compatibile per la natura dei materiali e la modalità della messa in opera.

La durabilità dipenderà dall'accuratezza della realizzazione, come, ad es. dall'adesione nelle superfici di contatto, e dalle condizioni di manutenzione, legate anche ai trattamenti superficiali di protezione previsti.

Il costo dell'operazione, medio alto per la delicatezza della realizzazione, varierà in relazione alla scelta di materiali speciali, come ad es. leganti, e i tempi di esecuzione saranno compresi tra una e due giornate di lavoro.

**Manodopera:** specialistica.

Operaio specializzato e manovale.

**Attrezzatura:** ordinaria.

Irroratore manuale, spatole, spugna, straccio, spazzole.

## **SPECIFICHE ed eventuali MODIFICHE della procedura**

Vista l'ampiezza dell'area da trattare, la risoluzione cromatica finale dovrà mantenersi sotto tono rispetto alla cromia delle malte originali presenti nelle aree limitrofe, in modo da rendere riconoscibile il nuovo intervento

Inoltre, data l'esposizione, è consigliabile per aumentare la resistenza all'umidità presente, additivare la malta con coccio pesto; gli inerti saranno a granulometria medio-fine, con  $\phi$  ma