



Città di Pescia

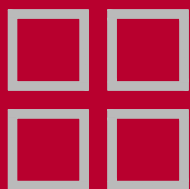
# Comune di PESCIA

## *Restauro e risanamento conservativo delle colonne e dei chiostri dell'ex Convento di san Francesco*



### *Progetto esecutivo*

Disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale  
DTDP



**Progettista: Arch. Sergio MARTINELLI**



## Sommario

<b>NORME DI MISURAZIONE DEI LAVORI</b> .....	8
Principi generali .....	9
Generalità .....	9
<b>Criteri di valutazione</b> .....	9
Valutazione e misurazione dei lavori .....	10
<b>Rimozioni e demolizioni</b> .....	10
Demolizione di murature .....	10
Demolizione di tramezzi .....	10
Demolizione di intonaci e rivestimenti .....	10
<b>Ponteggi, trasporti, noli, scavi e rinterri, paratie</b> .....	11
Ponteggi .....	11
Noli a freddo .....	11
Scavi e rinterri .....	11
Lavorazioni compiute .....	11
Murature in genere .....	11
Manto di copertura .....	12
Lattonerie e tubazioni .....	12
Coibentazioni e impermeabilizzazioni .....	12
Canne fumarie .....	12
Controsoffitti .....	12
Marmi, pietre naturali o artificiali .....	13
Pavimenti .....	13
Rivestimenti .....	13
Intonaci .....	13
Serramenti in legno e in metallo .....	13
Opere in ferro .....	13
Opere da pittore .....	13
<b>REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI</b> .....	14
<b>Materiali</b> .....	15
Generalità .....	15
<b>Materiali naturali</b> .....	15
Sabbia e pozzolana .....	15
Cariche, polveri, caolino e cocchiopesto .....	16
Ghiaia, pietrisco e inerti .....	16
Argilla espansa .....	17
Pomice .....	18
Pietre naturali .....	18
Pietre da taglio .....	18
Tufi .....	18
Ardesie e lavagne .....	18
Marmi .....	18
Acqua .....	19
<b>Leganti naturali, idraulici e sintetici</b> .....	19
Generalità .....	19
<b>Leganti naturali – Calce aerea</b> .....	19



<b>Leganti artificiali – Calci idrauliche e cementi</b> .....	20
<b>Gessi</b> .....	20
<b>Malte cementizie</b> .....	21
<b>Leganti sintetici – Resine sintetiche</b> .....	21
<b>Resine acriliche</b> .....	22
<b>Resine epossidiche</b> .....	22
<b>resine poliesteri</b> .....	22
<b>Laterizi</b> .....	22
<b>Mattoni, listelli, tegole</b> .....	22
<b>Materiali metallici</b> .....	23
<b>Materiali ferrosi</b> .....	23
<b>Altri metalli</b> .....	24
<b>Legnami</b> .....	24
<b>Generalità</b> .....	24
<b>Pali, travi e tavolame</b> .....	24
<b>Legnami per infissi</b> .....	25
<b>Materiali per pavimentazioni e per rivestimenti</b> .....	25
<b>Generalità</b> .....	25
<b>Colori, tinte e vernici</b> .....	25
<b>Generalità</b> .....	25
<b>Solventi</b> .....	26
<b>Colori e pigmenti</b> .....	26
<b>Tinteggiature a base di acqua</b> .....	27
<b>Vernici, smalti, pitture e altri prodotti</b> .....	28
<b>Prodotti impregnanti</b> .....	28
<b>Generalità</b> .....	28
<b>Impregnanti da consolidamento</b> .....	29
<b>Composti organici o resine</b> .....	30
<b>Composti inorganici</b> .....	31
<b>Impregnanti e idrorepellenti per la protezione e l'impermeabilizzazione</b> .....	31
<b>Oli e cere naturali</b> .....	31
<b>Cere minerali o sintetiche</b> .....	31
<b>Composti organici</b> .....	32
<b>Prodotti per la pulitura di materiali</b> .....	32
<b>Generalità</b> .....	32
<b>Acqua nebulizzata</b> .....	33
<b>Biocidi</b> .....	33
<b>Sostanze chimiche</b> .....	34
<b>Impacchi di argille assorbenti</b> .....	34
<b>Materiali diversi</b> .....	34
<b>Additivi</b> .....	34
<b>Vetri e cristalli</b> .....	35
<b>Materiali impermeabilizzanti</b> .....	35
<b>Generalità</b> .....	35
<b>Bitumi</b> .....	36
<b>Cartonfeltri e cartonfeltri bitumati</b> .....	36



Fogli e manti bituminosi .....	37
Vernici bituminose .....	37
<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>38</b>
Indagini preliminari .....	39
Indagini preliminari ai lavori di restauro e di conservazione .....	39
Generalità .....	39
Tipologie di indagini .....	39
prove non distruttive .....	39
prove poco distruttive .....	39
prove distruttive .....	40
Modalità esecutive delle indagini.....	40
Ponteggi.....	41
Generalità .....	41
Ponteggi metallici .....	41
Trabattelli metallici .....	42
Demolizioni, rimozioni e smontaggi .....	42
Demolizioni e smontaggi di manufatti strutturali in condizioni di degrado o criticità.....	42
Generalità .....	42
Demolizione di strutture murarie di fondazione e in elevazione.....	42
Demolizione di orizzontamenti .....	43
Demolizioni, smontaggi e asportazioni di manufatti o elementi non strutturali ...	44
Generalità .....	44
Pavimenti .....	44
Rivestimenti lapidei .....	44
Intonaci e modanature ad intonaco .....	44
Tinte .....	45
Affreschi e mosaici.....	45
Documentazione di cantiere .....	45
Documentazione delle lavorazioni di cantiere .....	45
Generalità .....	45
Malte .....	46
Generalità .....	46
Malte e conglomerati.....	47
Malte additivate.....	47
malte antiritiro .....	48
malte espansive .....	48
malte ottenute con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche .....	49
malte ottenute con altri additivi .....	49
Malte additivate preconfezionate .....	49
Conglomerati di resina sintetica .....	50
Malte di calce per integrazioni.....	50
Conservazione e integrazione delle murature .....	53
Generalità .....	53
Risarcitura di murature .....	53
Risarcitura e fissaggio di paramenti murari lapidei .....	53



Integrazioni di paramenti murari a vista.....	54
Protezione delle teste dei muri.....	54
Rifacimento dei giunti di malta.....	55
Consolidamento delle murature.....	56
Generalità.....	56
Consolidamento mediante iniezioni armate.....	57
Consolidamento mediante intonaco o paretine armate.....	58
Consolidamento mediante materiali compositi (frp ossia Fiber Reinforced Polymers).....	58
Consolidamento mediante tiranti metallici.....	59
Consolidamento mediante diatoni artificiali.....	59
Consolidamento di aperture esistenti o realizzazione di nuove aperture su murature portanti mediante cerchiature.....	60
Costruzioni di murature integrative.....	61
Generalità.....	61
Murature di mattoni.....	61
Murature in foglio o in laterizio forato.....	62
Murature miste.....	62
Consolidamento di orizzontamenti piani.....	62
Generalità.....	62
Consolidamento di solai lignei.....	63
Generalità.....	63
Sostituzioni di tavolati.....	63
Sostituzioni di travi.....	63
Appoggio di travi.....	64
Collegamento di travi alla muratura.....	64
Irrigidimento mediante tavolato.....	64
Irrigidimento mediante caldana armata.....	64
Irrigidimento mediante connettori.....	65
Irrigidimento e controventatura mediante tiranti posti all'estradosso o all'intradosso ...	65
Collegamento di solai alle pareti mediante barre metalliche.....	65
Collegamento di solai alle pareti mediante profili metallici.....	65
Collegamento di solai complanari contigui.....	66
Consolidamento delle coperture lignee.....	66
Generalità.....	66
Ripassatura di manti di copertura.....	67
Collegamento delle travi di copertura alla muratura.....	67
Collegamento dei paradossi mediante catene e controventature.....	68
Connessioni tra gli elementi lignei di copertura.....	68
Realizzazione di irrigidimenti delle coperture mediante doppio tavolato o mediante caldana armata.....	69
Consolidamento di elementi di solai lignei strutturali.....	69
Ricostruzioni e integrazioni di parti degradate di travi.....	69
Rigenerazione di testate di travi.....	70
Consolidamento di travi mediante cerchiature metalliche.....	70



Consolidamento di travi mediante rinforzo estradossale o intradossale .....	71
Consolidamento di travi inflesse mediante centinatura .....	71
Costruzione di orizzontamenti piani.....	71
Costruzione di nuovi solai orizzontali .....	71
Generalità .....	71
Controsoffitti.....	72
Consolidamento, integrazione di materiali e di stucature esistenti .....	73
Consolidamento e integrazioni di materiali.....	73
Generalità .....	73
Consolidamento di materiale lapideo e ligneo mediante integrazioni .....	73
Consolidamento corticale di materiale lapideo, di laterizio e di malte mediante sostanze chimiche .....	74
Consolidamento in superficie di materiale ligneo .....	74
Elementi decorativi.....	76
Cornici e aggetti .....	76
Cornici e aggetti realizzati su manufatti in muratura .....	76
Cornici e aggetti a base di cemento realizzati in cassaforma .....	76
Consolidamento e integrazioni di elementi decorativi .....	77
Integrazioni di stucchi e modanature in pietra artificiale.....	77
Generalità .....	77
Integrazioni di cornici .....	77
Integrazioni di bugne .....	78
Integrazioni mediante tassellature .....	78
Fissaggio di lastre di rivestimento.....	78
Stuccatura di paramenti murari e di materiali.....	79
Integrazioni di materiale laterizio mediante stuccatura.....	79
Integrazioni di materiale lapideo mediante stuccatura.....	80
Disinfestazione, pulitura e protezione dei materiali lignei.....	80
Disinfestazione di materiale ligneo .....	80
Disinfestazione da insetti e funghi.....	80
Pulitura di materiali lignei .....	81
Generalità .....	81
Pulitura meccanica manuale.....	81
Levigatura e lamatura manuale .....	81
Pulitura mediante soluzioni sverniciatrici.....	82
Pulitura mediante aria calda o fiamma.....	82
Pulitura di parti murarie e di materiali lapidei.....	82
Generalità .....	82
Idropulitura a bassa pressione o a pressione controllata.....	83
Pulitura con acqua a pressione.....	84
Pulitura manuale.....	84
Pulitura con apparecchi ad ultrasuoni .....	85
Pulitura con apparecchi laser.....	85
Pulitura con microsabbiatrica secca .....	85
Pulitura con microsabbiatrica umida.....	86
Pulitura con sabbiatrica.....	86



Pulitura con soluzioni chimiche .....	86
Pulitura con impacchi di argille assorbenti .....	87
Pulitura di efflorescenze saline .....	87
Bonifica da vegetazione infestante .....	88
Bonifica da alghe, funghi, muschi e licheni .....	88
Pulitura di materiali ferrosi .....	89
Modalità esecutive .....	89
Protezione di materiali .....	90
Generalità .....	90
<b>Protezione di materiale lapideo, di laterizio e di intonaci dagli agenti atmosferici .....</b>	<b>90</b>
<b>Protezione di materiale ligneo dagli agenti atmosferici .....</b>	<b>91</b>
<b>Protezione di materiale ligneo dal fuoco .....</b>	<b>91</b>
<b>Protezione di materiale ligneo da tarli, muffe e funghi .....</b>	<b>91</b>
<b>Protezione di materiale ferroso .....</b>	<b>91</b>
Intonaci e decorazioni .....	93
Intonaci nuovi e riprese di intonaco .....	93
Generalità .....	93
Intonaci e riprese di intonaco a base di calce .....	93
Intonaco e riprese di intonaco civile .....	94
Intonaci e riprese di intonaco colorato in pasta .....	94
Conservazione e restauro di intonaci .....	94
Riadesione di intonaci distaccati mediante iniezioni di miscele leganti .....	94
<b>Riadesione di intonaci distaccati mediante armatura in micro barre .....</b>	<b>95</b>
<b>Riadesione di intonaci distaccati mediante depressione .....</b>	<b>95</b>
<b>Bordatura di lacune di intonaco .....</b>	<b>95</b>
Pavimenti e rivestimenti .....	96
Materiali in pietra naturale e artificiale per pavimenti e rivestimenti .....	96
Pavimenti nuovi e integrazione di vecchi pavimenti .....	96
Generalità .....	96
<b>Pavimenti in laterizio .....</b>	<b>96</b>
<b>Pavimenti in marmette cementizie o in graniglia di cemento e in lastre di marmo .....</b>	<b>97</b>
<b>Pavimenti in marmoresina .....</b>	<b>97</b>
<b>Pavimenti in piastrelle di ceramica o in gres porcellanato .....</b>	<b>97</b>
<b>Pavimenti in getto di cemento .....</b>	<b>97</b>
<b>Pavimenti in legno (parquet) .....</b>	<b>98</b>
<b>Pavimenti in linoleum .....</b>	<b>98</b>
<b>Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto del tipo alla “veneziana” a base di calce .....</b>	<b>98</b>
<b>Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto di graniglia in base cementizia o idraulica .....</b>	<b>99</b>
<b>Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in bollettonato alla “palladiana” .....</b>	<b>100</b>
<b>Integrazione e ripristino di pavimenti eseguiti con elementi modulari .....</b>	<b>100</b>
<b>Integrazione e ripristino di pavimenti in legno .....</b>	<b>101</b>
Rivestimenti .....	101



<b>Generalità</b> .....	101
<b>Restauro e consolidamento di rivestimenti</b> .....	101
<b>Integrazione di lacune di dipinti murali</b> .....	102
<b>Mosaici parietali</b> .....	102
<b>Finiture superficiali</b> .....	103
<b>Intonachini</b> .....	103
<b>Generalità</b> .....	103
<b>Intonachino o colletta di calce</b> .....	103
<b>Marmorino o stucco alla veneziana</b> .....	103
<b>Tinteggiature</b> .....	103
<b>Generalità</b> .....	103
<b>Sagramatura</b> .....	104
<b>Scialbatura a calce</b> .....	104
<b>Tinteggiatura a calce fresca</b> .....	105
<b>Velatura a calce</b> .....	105
<b>Tinteggiatura ai silicati</b> .....	106
<b>Tinteggiatura a tempera o vinilica</b> .....	106
<b>Patinatura a sabbia</b> .....	106
<b>Tappezzerie</b> .....	107
<b>Serramenti</b> .....	108
<b>Infissi in legno</b> .....	108
<b>Generalità</b> .....	108
<b>Infissi esterni</b> .....	108
<b>Infissi interni</b> .....	109
<b>Revisione di infissi in legno già esistenti</b> .....	109
<b>Lavorazioni in ferro</b> .....	110
<b>Infissi, inferriate e cancellate</b> .....	110
<b>Generalità</b> .....	110
<b>Inferriate e cancellate</b> .....	110
<b>Infissi</b> .....	110
<b>Opere in vetro</b> .....	110
<b>Vetri per infissi</b> .....	110
<b>Vetri per calpestio</b> .....	111
<b>Opere da lattoniere</b> .....	112
<b>Canali di gronda, pluviali, scossaline e converse</b> .....	112
<b>ORDINE DA TENERSI NELLA CONDUZIONE DEI LAVORI E COLLOCAMENTO IN OPERA</b> .....	113
<b>Collocamento in opera di materiali e di manufatti</b> .....	114
<b>Generalità</b> .....	114
<b>Ordine da tenersi nella conduzione dei lavori</b> .....	116



# NORME DI MISURAZIONE DEI LAVORI

## Principi generali

### Generalità

L'elenco dei prezzi unitari contiene le descrizioni attinenti la fornitura dei materiali, dei prodotti e delle lavorazioni compiute previste in progetto.

L'appaltatore dovrà sempre impegnarsi nell'offrire la migliore fornitura possibile e la migliore esecuzione dell'opera: pertanto, impiegherà solo mano d'opera capace e specializzata in funzione delle specifiche lavorazioni da svolgere.

Le lavorazioni previste nel progetto, dovranno essere eseguite a regola d'arte, prive cioè di qualsiasi vizio o difetto, con l'utilizzo di manodopera specializzata e materiali di ottima qualità, preventivamente accettati ad insindacabile giudizio della direzione lavori e rispondenti alle norme tecniche vigenti all'epoca di esecuzione dei lavori.

I prezzi unitari attribuiti ad ogni singola lavorazione, al netto dell'eventuale ribasso d'asta, devono intendersi compensativi di ogni onere necessario alla perfetta realizzazione dell'opera. Tra gli oneri che devono sempre ritenersi inclusi nel prezzo unitario di ciascuna lavorazione, si elencano a titolo semplificativo ma non esaustivo: le opere provvisorie quali le puntellazioni, i trabattelli e le scale a mano fino all'altezza di m. 4,00, l'abbassamento, carico, trasporto e conferimento alle pubbliche discariche (oneri inclusi) dei materiali di risulta, gli sfridi, le pulizie finali, ecc.

### Criteri di valutazione

Tutte le opere e le lavorazioni verranno misurate e determinate con metodi geometrici (superfici, volumi, lunghezze) oppure a peso, secondo le specifiche generali e secondo l'unità di misura prevista e riportata nell'elenco prezzi o nel verbale di concordamento dei nuovi prezzi.

Si considerano escluse ogni altra forma e ogni altro metodo di misurazione non geometrici salvo, qualora ammesso, per quelle lavorazioni che potranno essere concordate a corpo su basi comunque geometriche, così come verrà precisato di seguito.

Per tali casi specifici infatti e quando espressamente indicato (per esempio nel caso di lavorazioni specialistiche che riguardino apparati decorativi del manufatto tipo elementi in rilievo, modanature, elementi scultorei e simili, per i quali sarebbe impossibile pervenire a una misurazione) si potranno effettuare valutazioni a corpo, tenuto conto comunque che dovranno essere contemplate nella misurazione quantità di limitata entità.

Sarà prerogativa della direzione lavori individuare se e in che misura dovranno essere effettuate maggiorazioni di compensi in presenza di casi particolarmente disagiati anche a livello climatico, a meno che tali evenienze non siano già state preventivamente considerate nel prezzo unitario.

## Valutazione e misurazione dei lavori

### Rimozioni e demolizioni

Tutti i prezzi relativi alle rimozioni e alle demolizioni (anche parziali) di manufatti, di parti edilizie e di componenti architettonici comprenderanno ogni onere necessario per il recupero del materiale riutilizzabile nello stesso cantiere quali, per esempio, la pulizia sommaria e l'accatastamento in adeguato luoghi del cantiere o quanto altro necessario per utilizzi futuri, nonché ogni onere relativo al carico e al trasporto e conferimento a discarica (oneri inclusi) dei materiali di risulta non riutilizzabili.

È da valutare e compensare a parte la accurata pulizia del materiale da reimpiegare nello stesso cantiere e il suo eventuale restauro.

I materiali derivati dalle demolizioni sono di proprietà dell'amministrazione, la quale potrà cederle all'appaltatore, il quale curerà comunque la rimozione e il trasporto dal cantiere in altro luogo a lui gradito; tali materiali potranno essere utilizzati sia all'interno del cantiere che in altri luoghi.

Nei lavori di demolizione, ove sia necessario, sono inclusi:

- tutte le operazioni di innaffiamento;
- i canali per la discesa dei rifiuti;
- il taglio dei ferri di armatura;
- il lavaggio di pareti o di porzioni di manufatto;
- la cernita, la calcinatura e la pulizia sommaria dei materiali riutilizzabili, incluso l'accatastamento.

Saranno altresì incluse tutte le opere necessarie a non danneggiare con le demolizioni altre parti dell'edificio o parti contermini e tutte le opere necessarie a non arrecare né danno né alcun genere di disturbo a persone o cose.

### Demolizione di murature

La demolizione di murature, a qualsiasi altezza e di qualunque materiale, sarà valutata, secondo le modalità previste dalla corrispondente voce di elenco prezzi, per le reali dimensioni geometriche del manufatto e quindi con detrazione di tutti i fori. Nella demolizione devono intendersi inclusi anche gli spessori derivanti dalla presenza degli intonaci e rivestimenti.

Le demolizioni verranno compensate come demolizioni in breccia quando le aperture o i vani da eseguire siano praticati all'interno di una muratura continua interessata parzialmente dalla demolizione.

In particolare, le murature con spessore superiore ai 15 cm, in genere saranno misurate volumetricamente, detraendo tutti i vuoti.

### Demolizione di tramezzi

Le demolizioni di tramezzature saranno valutate per superficie effettivamente demolita, considerando inclusi in tale categoria anche gli intonaci e i rivestimenti eventualmente presenti. Saranno detratte dalle superfici quelle derivanti dalle aperture e dai vani di qualunque superficie.

Le murature con spessore fino a 15 cm, invece, verranno misurate a superficie effettivamente realizzata, con detrazione di tutti i vuoti.

## **Demolizione di intonaci e rivestimenti**

La demolizione degli intonaci sarà valutata secondo le misure geometriche corrispondenti alle superfici effettivamente demolite e quindi con detrazione di tutte le aree prive di intonaco, in conformità a quanto previsto nelle corrispondenti voci di elenco prezzi.

### **Ponteggi, trasporti, noli, scavi e rinterri,**

#### **Paratie Ponteggi**

La misurazione dei ponteggi di facciata, in conformità a quanto previsto nelle corrispondenti voci di elenco prezzi, sarà effettuata in proiezione sul piano verticale per l'effettiva superficie.

La misurazione dei sottopassi e tunnel, in conformità a quanto previsto nelle corrispondenti voci di elenco prezzi, sarà effettuata in proiezione sul piano orizzontale per l'effettiva superficie.

Il noleggio dei ponteggi e delle strutture provvisorie in genere deve sempre intendersi compreso nel corrispettivo della relativa voce di elenco prezzi relativa al montaggio/smontaggio dei ponteggi stessi o simili.

La quantificazione del nolo dei trabattelli, aventi un'altezza massima di m. 4,00, in conformità a quanto previsto dall'elenco prezzi, deve sempre ritenersi misurata in modo forfettario con le corrispondenti voci di elenco prezzi.

#### **Noli a freddo**

La quantificazione dei noleggi a freddo, in conformità a quanto previsto nelle corrispondenti voci di elenco prezzi, sarà effettuata ad ora o frazioni. Tutte le macchine e gli attrezzi forniti a nolo dall'appaltatore a livello funzionale dovranno essere in perfette condizioni e dovranno essere in grado di garantire la sicurezza di cose e persone oltre che essere dotati di ogni accessorio utile per il loro funzionamento. Si intendono compensati nel prezzo previsto sia il materiale di consumo che la corrente elettrica, il carburante o il lubrificante con l'esclusione dell'onere di manodopera dell'operatore.

#### **Scavi e rinterri**

La misurazione degli scavi, in conformità a quanto previsto nelle corrispondenti voci di elenco prezzi, sarà effettuata secondo le misure geometriche del volume di scavo realmente eseguito e misurato in contraddittorio tra l'appaltatore e il direttore dei lavori. Si ricorda che devono sempre intendersi inclusi e compensati nella relativa voce di scavo gli oneri di aggettamento dell'acqua eventualmente presente nel volume di scavo oltreché l'onere di carico, trasporto e conferimento a discarica dei materiali di risulta.

#### **Lavorazioni compiute**

#### **Murature in genere**

Le murature, compresi i lavori di consolidamento e di restauro sulle stesse, ove non diversamente specificato, siano esse rettilinee o a andamento curvo, realizzate in laterizio o in

pietrame, verranno in generale misurate e valutate geometricamente al netto dello spessore degli intonaci.

Potranno essere valutate sia come volume che come superficie, a seconda delle indicazioni delle singole voci dell'elenco prezzi.

In particolare, le murature con spessore superiore ai 15 cm, in genere saranno misurate volumetricamente, detraendo tutti i vuoti.

Le murature con spessore fino a 15 cm, invece, verranno misurate a superficie effettivamente realizzata, con detrazione di tutti i vuoti aventi superficie superiore a mq 2,50. E' inteso che l'onere per la realizzazione degli architravi e la profilatura delle spallette dei varchi deve intendersi sempre inclusa.

Per interventi di consolidamento e di risarcitura delle murature, che interessino al massimo 30 mattoni, le misurazioni saranno effettuate per singolo mattone impiegato.

### **Manto di copertura**

La misurazione per la valutazione e il compenso dei manti di copertura verrà eseguita a metro quadrato sulla superficie effettiva delle falde del tetto. Non verranno applicate detrazioni per vani di camino o per lucernari aventi superficie inferiore a 2,0 mq.

### **Lattonerie e tubazioni**

Le opere da lattoniere, quali canali di gronda e pluviali, scossaline, converse, e altro, saranno misurate a sviluppo di superficie, a metro lineare, a seconda dei casi e delle indicazioni specifiche riportate nell'elenco prezzi.

Nel prezzo sarà compresa la fornitura di cicogne, tiranti, grappe, cravatte, collari e ogni altro sistema sia necessario per il montaggio e per il fissaggio, purché atto a garantire la corretta funzionalità delle lattonerie e delle parti del manufatto a esse contigue.

Le lastre di piombo e simili verranno valutate a peso.

### **Coibentazioni e impermeabilizzazioni**

I manti di coibentazione realizzati in pannelli rigidi saranno misurati secondo la reale superficie con detrazione dei fori relativi a camini, canne fumarie e lucernai di superficie unitaria superiore a 1,50 mq.

Le guaine bituminose impermeabilizzanti saranno misurate per l'effettiva superficie rivestita comprensiva delle sovrapposizioni in corrispondenza dei giunti e degli sfridi con detrazione dei fori relativi a camini, canne fumarie e lucernai di superficie unitaria superiore a 1,50 mq.

### **Canne fumarie**

La misurazione delle canne fumarie e delle torrette da camino avverrà, secondo quanto stabilito dalle singole voci di elenco prezzi, per scomposizioni e misurazione separata dei singoli elementi

costitutivi quali murature, coperture torrette da camino, intonaci, converse ecc.

### **Controsoffitti**

I controsoffitti verranno valutati e compensati per unità di superficie effettivamente eseguita. Si intenderanno inclusi nel compenso le intelaiature, le armature, le forniture e i magisteri necessari, nonché i mezzi d'opera per dare i controsoffitti eseguiti a perfetta regola d'arte.

### **Marmi, pietre naturali o artificiali**

I marmi e le pietre naturali o artificiali verranno misurati, secondo quanto stabilito dalle singole voci di elenco prezzi, per unità di superficie effettivamente visibile dopo la messa in opera.

### **Pavimenti**

I pavimenti, di qualunque materiale e di qualunque genere essi siano, saranno valutati e compensati per la superficie effettivamente a vista, indipendentemente dall'eventuale incasso al di sotto dell'intonaco.

Nel caso di pavimenti realizzati con pietra da taglio, il prezzo conterrà ogni magistero necessario per i tagli, per la posa, per la levigatura e per la lucidatura a piombo o seguirà le specifiche indicazioni contenute nella voce di cui all'elenco prezzi.

### **Rivestimenti**

I rivestimenti, con esclusione dei rivestimenti in pietra naturale di cui si è parlato in precedenza, saranno compensati secondo la superficie effettivamente in vista, indipendentemente dall'andamento della superficie stessa e dalle dimensioni delle pareti o delle singole facce da rivestire.

### **Intonaci**

La misurazione degli intonaci sia interni che esterni, sarà effettuata, in modo conforme alle singole voci di elenco prezzi, secondo le reali misure geometriche delle superfici trattate con detrazioni di tutti i fori > 1,5 mq.

### **Serramenti in legno e in metallo**

La misurazione dei serramenti, sia in legno che in metallo, sia interni che esterni, conformemente alle singole voci di elenco prezzi, sarà effettuata secondo le reali dimensioni del telaio esterno del serramento e cioè con le modalità di misurazione "esterno cassa". Per serramenti aventi dimensioni < 1,50 mq, verrà comunque riconosciuta la misurazione minima di 1,50 mq (minimo di fatturazione pari a 1,50 mq).

La misurazione degli oscuri in legno, conformemente all'elenco prezzi, sarà effettuata secondo



le reali dimensioni del serramento corrispondenti, in questo caso, alle dimensioni del foro luce o foro architettonico. Per oscuri aventi dimensioni < 1,50 mq, verrà comunque riconosciuta la misurazione minima di 1,50 mq (minimo di fatturazione pari a 1,50 mq).

### **Opere in ferro**

I manufatti in acciaio o in qualunque altro metallo saranno valutati a peso, con esclusione degli sfridi e scarti di lavorazione in genere. La pesatura sarà effettuata in contraddittorio o in alternativa, dove possibile, sarà desunta dai prontuari dei pesi specifici per i prodotti siderurgici di sezione commerciale.

### **Opere da pittore**

Le tinteggiature delle pareti e dei soffitti, siano essere interne o esterne, saranno valutate e compensate effettuando misurazioni del tutto analoghe a quelle eseguite secondo le modalità previste per gli intonaci.

## REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

### Materiali

#### Generalità

I materiali da impiegare nelle opere e negli interventi di conservazione, di recupero, di risanamento e di restauro di manufatti storici e storico-artistici proverranno dalle località che l'appaltatore riterrà più opportune, in relazione agli stessi lavori da eseguire e all'organizzazione del cantiere purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela, posseggano caratteristiche di ottima qualità e siano il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, in modo da non risultare in contrasto con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti storici oggetto di intervento.

La direzione lavori potrà richiedere l'esecuzione delle prove previste nel presente capitolato, le quali potranno testimoniare l'esistenza delle caratteristiche richieste in progetto e l'appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsiasi fase di cantiere, di eseguirle direttamente o di farle eseguire presso istituti specializzati e competenti.

Tali prove potranno interessare tutti i materiali esistenti e tutte le forniture necessarie, siano essi materiali preconfezionati o da confezionare in opera.

Sui manufatti esistenti, anche solo su alcune parti o su alcuni materiali costituenti il manufatto, la direzione lavori potrà disporre le prove ritenute necessarie al fine di pervenire a un quadro efficace delle condizioni di conservazione, di degrado, del tipo di azione patogena agente sui materiali, della caratteristica delle efflorescenze, del grado di nocività o di aggressione dei prodotti da utilizzare e di qualunque altra informazione sia utile a individuare un corretto e compiuto quadro conoscitivo delle condizioni del manufatto e dei suoi componenti; saranno disposte inoltre quelle prove finalizzate alle campionature di prodotti o all'individuazione di modalità esecutive da utilizzare negli interventi.

Tutte le prove dovranno seguire le disposizioni di progetto o quelle impartite in fase esecutiva e rispetteranno le normative uni, le norme del cnr e le raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i beni culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093; il prelievo dei campioni da esaminare sarà eseguito in contraddittorio e di tale operazione dovrà essere disposto opportuno verbale.

Qualora la direzione lavori dovesse scartare alcuni materiali poiché non ritenuti idonei del tutto o non sufficientemente idonei, l'appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese alla loro sostituzione con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti, anche se tali materiali siano già stati depositati in cantiere.

L'appaltatore resterà comunque responsabile della qualità dei materiali forniti, anche se essi siano stati accettati dalla direzione lavori e ciò fino alla loro accettazione da parte dell'amministrazione in sede di collaudo finale.

### **Materiali naturali Sabbia e pozzolana**

La sabbia utile all'esecuzione delle lavorazioni potrà essere sia di tipo naturale che artificiale e, a seconda dell'uso che se ne dovrà fare, potrà essere di cava, silicea, quarzosa o granitica; potrà anche essere ricavata da rocce calcaree a elevata resistenza, purché non sia gessosa e geliva.

In ogni caso non dovrà possedere alcuna traccia di terra, di argilla, di polvere, di sostanze organiche o di qualunque altra sostanza in grado di inficiarne la resa della lavorazione o di causare alterazioni del manufatto.

Per l'eliminazione di sostanze invalidanti della qualità della sabbia da impiegare, si potrà procedere al lavaggio mediante acqua pulita non marina: la sabbia dovrà allora risultare scricchiolante alla mano e, se sottoposta a decantazione in acqua, dovrà subire una perdita di peso non superiore al 2%.

Le miscele secche di sabbia silicea o quarzosa dovranno avere granulometria variabile specificata come segue, salvo diverse indicazioni di progetto:

- 25% di granuli con diametro 0,10-0,30 mm;
- 30% di granuli con diametro 0,30-1,00 mm;
- 45% di granuli con diametro 1,00-2,00 mm.

I criteri per l'accettazione della sabbia sono definiti nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del D.M. 27 luglio 1985; la granulometria dovrà essere uniforme o assortita, secondo quanto previsto dalle prescrizioni per le singole lavorazioni oltre che adeguata alle condizioni richieste per la posa in opera. Per la realizzazione di conglomerati, la sabbia dovrà possedere caratteristiche idonee all'opera da eseguire e non potrà essere nella maniera più assoluta di provenienza marina; nel confezionamento dei conglomerati la granulometria sarà mista, variabile tra 0,5 e 5 mm.

La sabbia da impiegarsi per la realizzazione di murature non a vista dovrà possedere granuli di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 2 mm; per l'esecuzione di intonaci e per murature con paramento a vista i granuli dovranno avere diametro di 1 mm.

La pozzolana proverrà da tufo trachitico e potrà avere colore grigiastro, rossastro o bruno; non sarà in nessun caso ricavata dallo strato di cappellaccio bensì dalle parti sottostanti, completamente prive di residui e di particelle eterogenee o inerti; avrà granulometria inferiore a 5 mm, verrà accuratamente vagliata, sarà asciutta e presenterà, se sottoposta ad attacchi basici, residui idrosolubili non superiori al 40%.





In relazione alle resistenze, con malta normale stagionata a 28 giorni avrà resistenza a trazione pari a 0,4 N/mm<sup>2</sup> e resistenza a compressione pari a 2,4 N/mm<sup>2</sup> e dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

## **Cariche, polveri, caolino e cocchiopesto**

Le cariche e le polveri da aggiungere alle malte o alle resine avranno le caratteristiche specifiche richieste dalle ditte produttrici a seconda dell'utilizzo che dovrà farsene e della funzione che tali impasti dovranno svolgere; saranno sempre da escludere cariche e polveri di provenienza salmastra che presentino tracce di impurità, di terre e di sostanze organiche poiché alterative del prodotto e compromettenti della buona riuscita della lavorazione. Potranno essere ricavate dalla macinazione di rocce calcaree (per esempio marmo di Carrara, rosso veronese, botticino) oppure da travertino e tufo; si preferiranno cariche con granulometria 0,10-2 mm anche di provenienza silicea o quarzosa.

Le polveri potranno avere altresì origine silicea e potranno essere aggiunte alla sabbia fino a una percentuale del 15%, purché abbiano granulometria compresa tra i 50 e gli 80 micron.

Il caolino proverrà da argille ricche di silice allumina, a seguito del processo di caolinizzazione di rocce ricche di feldspati e polvere di ferro; avrà colore bianco e, aggiunto agli impasti a base di calce, aumenterà le proprietà idrauliche e di traspirabilità degli impasti stessi e potrà pertanto essere utilizzato anche per il consolidamento di intonaci.

Il cocchiopesto sarà ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle, piastrelle, tegole e coppi fatti a mano e cotti a basse temperature (ossia inferiori a 950°C).

Le polveri di cotto chiare deriveranno da laterizi poco cotti e saranno poco resistenti, mentre quelle più rosse, più cotte, saranno più resistenti e più impermeabili; essendo in possesso di caratteristiche simili a quelle della pozzolana, inclusa la traspirabilità, il cocchiopesto verrà utilizzato per la produzione di malte e di intonaci a base di calce, con spessori anche alti, con preferenze verso quello giallo nel caso in cui non si desiderino ottenere effetti pigmentanti di colore rosso.

In relazione alla granulometria si potrà classificare il cocchiopesto secondo le seguenti indicazioni: a grana impalpabile, a granulometria 0,00 mm;

in polvere, a granulometria 0,00-1,2 mm; fine, a granulometria 1,2-3,00 mm; medio, a granulometria 3,00-8,00 mm; grosso, a granulometria 8,00-20,00 mm.

## Ghiaia, pietrisco e inerti

Le ghiaie e i pietrischi proverranno da rocce o pietrame opportunamente frantumato: non dovranno in nessun caso essere di provenienza marnosa; dovranno altresì essere esclusi quei materiali da frantumare che presentino tracce gessose poiché non adatte al confezionamento di composti e conglomerati. Per le stesse ragioni le ghiaie saranno estremamente pulite e completamente prive di presenze terrose o argillose e di polverulenze di sorta.

Gli elementi costituenti la ghiaia saranno omogenei e poco porosi, così da dotarla di un bassissimo potere di assorbimento dell'acqua; avranno buona resistenza alla compressione e adeguata granulometria, a seconda delle lavorazioni per le quali verranno impiegate.

I pietrischi proverranno dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina; essi potranno anche provenire da calcari puri dotati di elevata resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione e al gelo. Anche i pietrischi dovranno essere liberi da materie terrose, sabbia e altre materie invalidanti.

Gli elementi componenti le ghiaie e i pietrischi avranno dimensioni comprese tra 5 e 1 cm e solo raramente potranno raggiungere quelle di 0,5 cm.

Tali elementi passeranno attraverso vagli a fori circolari del diametro:

- di 5 cm, se si tratta di lavori ordinari di fondazione o in elevazione, quali muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di 4 cm, se si tratta di getti orizzontali;
- da 1 a 3 cm, quando si tratta di caldane o di lavori in cemento armato a pareti sottili (in questo caso sono ammesse granulometrie fino a 0,5 cm).

L'appaltatore avrà l'obbligo di mettere a disposizione della direzione lavori i vagli (uni 2334) per la verifica delle granulometrie.

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

Ghiaia e pietrisco in base alla loro granulometria saranno così classificati:

- a) ciottoli di fiume da 80 a 100 mm;
- b) ghiaia proveniente da rocce, da 3 a 80 mm, così suddivisa:
  - granello da 3 a 12 mm;
  - ghiaietto da 12 a 25 mm;
  - mezzana da 25 a 50 mm;

- ghiaione da 50 a 80 mm.
- pietrisco proveniente da rocce, da 10 a 71 mm così suddiviso:
- pietrischetto da 10 a 15 mm;
- ordinario da 15 a 25 mm;
- grosso da 25 a 71 mm.

Gli inerti avranno origine calcarea e proverranno dalla frantumazione di pietre a loro volta provenienti direttamente dalla cava o da materiale di recupero della stessa fabbrica, opportunamente macinato dopo accurata pulizia e accurato lavaggio.

Dovranno avere buona resistenza alla compressione, bassa porosità in modo da assicurare un basso coefficiente di imbibizione e dovranno garantire assenza di polveri, di gesso e di argille.

Prima dell'uso, specialmente nel caso di intonaci e malte, dovranno essere lavati accuratamente. Saranno di norma classificati in:

- a) fine, con granulometria da 0,3 a 1,00 mm;
- b) media, con granulometria da 1,00 a 3,00 mm;
- c) grossa, con granulometria da 3,00 a 5,00 mm;
- d) molto grossa, con granulometria da 5,00 a 10,00 mm.

### **Argilla espansa**

L'argilla espansa verrà ricavata agglomerando l'argilla con poca acqua e portando successivamente a cottura i granuli. Ogni elemento, a seguito della cottura, avrà colore bruno e forma rotondeggiante proveniente dalla agglomerazione e un diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm.

Le argille non dovranno presentare tracce di sostanze organiche, di polvere o di altri elementi estranei, non dovranno essere attaccabili da acidi e dovranno conservare caratteristiche di stabilità anche all'interno di un ampio range di variazioni di temperature; dovranno inoltre essere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Le argille espanse saranno fornite sotto forma di granuli e potranno essere usate come inerti per il confezionamento di massetti, caldane e calcestruzzi leggeri. I granuli potranno anche essere sottoposti a processi di sinterizzazione in stabilimento per essere poi trasformati in blocchi leggeri, i quali potranno essere utilizzati per pareti isolanti.

Sarà possibile comunque 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 quantità di acqua anche minime.

## **Pomice**

La pomice avrà provenienza vulcanica, sarà leggera e asciutta e si presenterà sottoforma di piccoli granuli. Non dovrà presentare tracce di sostanze organiche, di polveri o di altri elementi estranei.

Le pomici dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto.

## **Pietre naturali**

Le pietre naturali dovranno presentare grana compatta, essere prive di piani di sfaldamento e di screpolature, peli, venature e sostanze estranee intercluse nel corpo; dovranno possedere dimensioni adatte al loro impiego, secondo le disposizioni impartite, oltre che presentare un grado di resistenza adeguato al tipo di utilizzo e all'entità della sollecitazione cui dovranno essere soggette; dovranno infine possedere un efficace grado di adesività alle malte.

Dovranno sempre essere scartate le pietre marnose e gessose e quelle facilmente alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre naturali dovranno rispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e 2232, nonché alle norme uni 8458-83 e 9379-89 e, per i calpestii stradali, alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" cnr edizione 1954 e alle tabelle uni 2719 -edizione 1945.

## **Pietre da taglio**

Tutte le pietre da taglio dovranno possedere i requisiti e i caratteri generali descritti in precedenza. Dovranno, inoltre, essere dotati di una struttura omogenea priva di fenditure e cavillature, priva di cavità e litoclasti e dovranno presentarsi sonore alla percussione e dotate di buone doti di lavorabilità, specie per quanto riguarda le pietre da adoperarsi per modellati o integrazioni di modellati e modanature.

Per le opere a faccia a vista, le pietre da taglio dovranno rispondere anche a requisiti di omogeneità cromatica e di vena, secondo le disposizioni della direzione lavori.

È da escludere per gli esterni l'impiego di pietre con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Le pietre da taglio per pavimentazioni dovranno possedere requisiti di buona lavorabilità in lastre, di resistenza all'abrasione, di lucidabilità e di resistenza all'usura.

## Tufi

I tufi dovranno essere di struttura compatta e uniforme, pertanto saranno da escludere quelli eccessivamente friabili e con alveolature sparse e consistenti.

Dovranno presentarsi lavorabili ma non disgregabili, pertanto i piani di taglio dovranno presentare spigolature visibili e non deteriorate.

## Ardesie e lavagne

Le ardesie e i materiali simili a struttura scistosa riducibile in lastre o scaglie, quali per esempio le lavagne, saranno utilizzate prevalentemente nelle coperture; esse, pertanto, saranno di prima scelta e di spessore uniforme.

La superficie dovrà presentarsi rugosa e priva di inclusioni e di venature dannose.

## Marmi

Tutti i marmi dovranno rispondere ai requisiti di progetto.

Essi dovranno essere prelevati nei bacini di estrazione o nella zona geografica richiesta dalla direzione lavori e essere conformi ai campioni di riferimento preventivamente selezionati. Dovranno essere perfettamente sani, privi di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei; non potranno essere accettati marmi con stuccature, tassellature, rotture, scheggiature.

Tutti i marmi dovranno inoltre possedere caratteristiche adeguate in modo da poter essere lavorati in lastre delle dimensioni nominali dichiarate in progetto e in modo da poter dar vita a una lavorazione di finitura superficiale così come richiesta.

## Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e pulita, completamente priva di sostanze organiche, di residui terrosi e di solfati e cloruri, con un PH neutro compreso tra 6 e 8 e una torbidezza non superiore al 2%.; dovrà possedere una durezza massima di 32° mec1.

Sono da escludere acque assolutamente pure, piovane e di nevai, come pure le acque provenienti da scarichi e quelle salmastre, in quanto la loro composizione altererebbe la qualità delle malte e dei conglomerati mettendo in crisi la durabilità degli stessi composti e la stabilità chimico-fisica e cromatica dei materiali costituenti il manufatto.

Per le puliture di materiali e di manufatti o parti di manufatti, dovrà farsi uso di acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. In particolare, per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO<sub>3</sub>H e basiche RNH<sub>3</sub>OH).

Per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

## **Leganti naturali, idraulici e sintetici**

### **Generalità**

I leganti da impiegarsi nei lavori potranno essere di origine naturale (calce aerea naturale) e ciò sarà sempre preferibile oppure potranno essere di origine artificiale (per esempio cemento o calce idraulica) e, infine, sintetica (per esempio resine). Questi ultimi due tipi di leganti saranno adoperati in quei casi per i quali occorreranno prestazioni particolari che i leganti naturali non sarebbero in grado di offrire.

Sarà possibile fare uso di leganti vendibili sciolti, purché ogni carico portato in cantiere venga annotato con tutti i riferimenti necessari circa l'origine, il fornitore e ogni altra notizia utile (a cui fare seguire le annotazioni dei getti in relazione al carico di materiale usato).

Nel caso si faccia uso di materiali in forma sciolta, il trasporto dovrà avvenire in maniera idonea, con mezzi idonei e puliti, atti a scaricare il materiale in appositi luoghi protetti e riparati.

In alternativa si potrà fare uso di sacchi già confezionati, purché siano riportate nelle singole confezioni oppure nelle documentazioni che accompagnano il materiale tutte le indicazioni necessarie a una corretta individuazione delle caratteristiche tecniche utili per la lavorazione specifica, a cominciare dalla quantità di acqua necessaria a ottenere malte normali con stagionature a 28 giorni.

Le graniglie minute di marmo per leganti sono così classificate:

- grande, oltre 10 mm;
- media, da 5 a 10 mm;
- minuta, da 2 a 5 mm.

### **Leganti naturali – Calce aerea**

I leganti naturali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In relazione al loro impiego, si farà riferimento al R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. n. 92 del 18 aprile 1940) che distingue il materiale in calce grassa, quello in calce magra e quello in calce idrata in polvere.

La calce grassa in zolle dovrà essere ricavata da calcari puri, aver ricevuto trattamento di cottura uniforme a decorrere da un lasso di tempo non troppo esteso, risultare non bruciata e priva di tracce di consistenze vetrificate. Essa dovrà idratarsi facilmente e velocemente e dovrà essere in grado di trasformarsi facilmente in una pasta soda a grassello estremamente fluido, senza lasciare residui non decarburati maggiori del 5%, né tracce di inerti o silice.

Si distinguerà in:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio superiore al 94% e rendimento di grassello non inferiore al 2,5%;

*1 Come unità di misura della durezza dell'acqua è possibile utilizzare anche il grado MEC, che corrisponde ad 1 g di CaCO<sub>3</sub> in 100 litri ed è perciò uguale al grado francese. Un grado francese (°f) rappresenta 10 mg di carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) per litro di acqua (1°f = 10 mg/l = 10 ppm).*

- calce magra in zolle o calce viva, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e rendimento di grassello non inferiore a 1,5%;
- calce idrata in polvere, ottenuta dallo spegnimento della calce viva, con contenuto massimo di carbonati e di impurità non superiore al 6% e con umidità non superiore al 3%.

La calce idrata in polvere a sua volta si distingue in:

- a) fiore di calce, se il contenuto minimo di idrossidi Ca(OH)<sub>2</sub> + Mg(HO)<sub>2</sub> non è inferiore al 91%;
- b) calce idrata da costruzione, se il contenuto minimo di Ca(OH)<sub>2</sub> + Mg(HO)<sub>2</sub> non è inferiore all'82%.

Con riferimento alle dimensioni dei granuli, la setacciatura sarà eseguita mediante vagli con fori di 0,18 mm. La quantità di calce trattenuta dai vagli non dovrà superare l'1%, nel caso del fiore di calce, e il 2% nel caso si tratti di calce idrata da costruzione.

Se invece si utilizza un setaccio da 0,09 mm, la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e al 15% per la calce idrata da costruzione.

Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili i riferimenti utili a risalire al produttore, al luogo di produzione e al distributore, nonché i riferimenti e le annotazioni di tutte quelle peculiarità la cui conoscenza potrebbe rivelarsi utile ai fini di una corretta individuazione dei fattori fondamentali per le lavorazioni (per esempio peso e tipo di calce).

## **Leganti artificiali – Calci idrauliche e cementi**

Tutti i cementi e le calce idrauliche da impiegarsi in cantiere dovranno rispondere ai requisiti di cui alla legge 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e alle modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e di collaudo saranno regolate dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984.

L'appaltatore potrà fare uso di forniture di cementi in forma sfusa oppure in sacchi singoli, purché sigillati. Nel caso si faccia uso di cementi in forma sciolta, il trasporto dovrà avvenire in maniera idonea, attraverso mezzi idonei e puliti, atti a scaricare il materiale in appositi luoghi protetti e riparati, preferibilmente all'interno di silos o di cisterne, purché si presentino privi di tracce di altri materiali. Su tali contenitori sarà fatto obbligo di apporre indicazioni mediante cartellinatura contenenti classe e provenienza del materiale; dovrà essere utilizzata una bilancia ben tarata per il controllo dei materiali da impiegare nella composizione degli impasti.

Lo stoccaggio in sacchi dei cementi, sia in cantiere che nel luogo di approvvigionamento o di produzione, dovrà avvenire in luogo ben asciutto e aerato, protetto dalle intemperie, su bancali di legno coperti da teli protettivi contro l'umidità; anche questi cementi dovranno riportare il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua impiegata per malte normali e la resistenza minima a compressione e a trazione a 28 giorni di stagionatura.

Ogni partita di cemento introdotta in cantiere dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti. Tutti i cementi che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati potranno essere rifiutati dalla direzione lavori e l'appaltatore sarà obbligato ad allontanarli a sua cura e spese sostituendoli con altri in possesso delle proprietà adeguate.

La boiaccia per iniezioni potrà essere reperita già pronta oppure potrà essere preparata in opera: essa sarà composta da una miscela di sola calce idraulica esente da sali solubili (NHL 3,5 oppure NHL-Z 3,5) e acqua, nel rapporto compreso tra 0,8-1,2; potrà essere aggiunto eventuale agente fluidificante oppure agente espansivo; in alternativa, potrà essere aggiunta sabbia per dare più corpo alla miscela. In ogni caso la boiaccia dovrà essere sufficientemente fluida, non dovrà presentare fenomeni di segregazione (ossia separazione tra i componenti) né di ritiro; dovrà avere dilatazione termica e modulo elastico simili a quelli del manufatto oggetto di intervento, resistenza ai sali presenti nelle murature e resistenza a rotture dopo 28 giorni pari a 12 N/mm<sup>2</sup>.

## **Gessi**

I gessi, come anche le calce idrauliche, dovranno essere prodotti a partire da procedimenti di cottura di fresca data e risultare finemente macinati, in modo da non presentare residui sul setaccio da 56 maglie a centimetro quadrato.



Essi dovranno presentarsi asciutti e privi di residui inopportuni, privi di parti alteratesi a causa di procedimenti di estinzione spontanea.

Lo stoccaggio dei gessi dovrà avvenire in luoghi coperti e riparati dall'umidità, su bancali di legno, dentro sacchi sigillati sui quali saranno riportate indicazioni relative al produttore e alla qualità del materiale in essi contenuto.

I gessi per l'edilizia sono classificati in base all'impiego che dovrà farsene nelle lavorazioni (per esempio per muri, intonaci, pavimenti); il gesso non dovrà mai essere utilizzato né in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110°C; non dovranno inoltre essere impiegati a contatto con leghe di ferro.

Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurità) sono regolate dalla norma uni 6782.

### **Malte cementizie**

Le malte cementizie possono essere a presa lenta o a presa rapida o ancora prive di ritiro.

Gli agglomerati cementizi a presa lenta (i cementi tipo Portland normale, i cementi pozzolanici, i cementi d'altoforno e alluminosi) cominceranno a fare presa entro un'ora dall'inizio della fase di impasto e termineranno la presa entro 6-12 ore.

Gli agglomerati cementizi a presa rapida (ossia le miscele risultanti dalla composizione di cemento alluminoso con cemento Portland, con rapporto reciproco in peso prossimo a uno) dovranno essere impiegati limitatamente a opere da realizzarsi in tempi brevissimi e di carattere provvisorio e quando non siano state richieste buone proprietà statiche.

Gli agglomerati cementizi privi di ritiro contenenti aggiunte di sostanze espansive dovranno possedere un buon grado di lavorabilità e di adesione ai supporti.

I residui di lavorazione degli agglomerati dovranno sempre essere gettati a rifiuto e mai riutilizzati. Gli agglomerati cementizi risponderanno a norme fissate dal D.M. 31 agosto 1972 e successive integrazioni.

### **Leganti sintetici – Resine sintetiche**

Le resine sintetiche sono generalmente prodotti polimeri ottenuti con metodi di sintesi chimica da molecole di composti organici semplici derivati dal petrolio, dal carbon fossile o dai gas petroliferi. Esse si presentano sottoforma liquida all'interno di bidoni o flaconi o sotto forma di materiale solido con consistenza vetrosa; a seconda del loro comportamento, in presenza di calore si identificheranno in resine termoplastiche e resine termoindurenti.



A causa del loro scarso livello di sperimentazione nel tempo, delle loro caratteristiche e del loro comportamento dissimili da quello delle lavorazioni e delle tecnologie dei manufatti storici, dovranno essere utilizzati solo in ultima analisi e solo nel caso in cui le tecnologie tradizionali non fossero in grado di rispondere alle esigenze del caso.

Si dovranno sempre preferire lavorazioni e materiali della tradizione locale (anche apportando modifiche all'intervento) in modo da non alterare i comportamenti generali e localizzati delle singole parti dell'edificio. Nel caso in cui non fossero sostituibili, andranno utilizzati solo quando ne farà richiesta la direzione lavori, sentiti gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Gli interventi potranno essere selezionati e realizzati solo dopo che si sarà presa esatta visione delle schede tecniche specifiche, dopo aver assunto spiegazioni e garanzie da parte delle ditte produttrici e dopo aver condotto le opportune analisi di laboratorio e le prove applicative opportunamente campionate e osservate nel loro risultato; sarà vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati dall'intervento e con i materiali prossimi all'intervento. La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da parte di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori, in considerazione del possibile effetto negativo che potrebbero avere sui manufatti e sulle persone.

Le proprietà dei prodotti e i metodi di prova sui materiali sono stabiliti dalle norme UNI e dalle norme UNICHIM prodotte dalla sezione specifica dello stesso organismo, oltre a tutte le indicazioni fornite dalle raccomandazioni NORMAL. In ogni caso dovranno possedere proprietà di adesione ai materiali presenti, stabilità nel tempo, non dovranno depolimerizzarsi, dovranno avere scarso ritiro e buona resistenza chimica agli agenti esterni.

Si riportano di seguito alcune tipologie di resine:

- acriliche;
- epossidiche;
- poliesteri.

### **Resine acriliche**

Le resine acriliche saranno prodotte mediante processo di polimerizzazione di estere acrilico o di suoi derivati; saranno in possesso di basso peso molecolare, proprietà di trasparenza e di bassa viscosità. Inoltre avranno proprietà termoplastiche e buona resistenza agli acidi, alle basi, alla benzina, alla trementina e agli alcool concentrati (fino a una percentuale del 40%).

Potranno essere utilizzate mediante iniezioni come materiali consolidanti e adesivi, se necessario potranno anche essere miscelate con prodotti silicici e latte di calce; il loro

impiego come additivi potrà rendersi necessario per migliorare l'adesività di stucchi e malte fluide.

Una volta applicati, dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie.

### **Resine epossidiche**

Le resine epossidiche si otterranno mediante procedimento di condensazione polimerica tra epicloridrina e bisfenolopropano e si presenteranno sia in forma solida che liquida; avranno elevata resistenza chimica e meccanica e potranno essere impiegate per svariati usi ma soprattutto come adesivi strutturali e laminati antifiama; potranno altresì essere caricate con fibre di lana di vetro o di roccia, in modo da accrescere le proprie proprietà meccaniche, che in questo modo si avvicineranno a quelle dell'acciaio.

Il loro impiego in veste di rivestimenti e vernici protettive dovrà essere sottoposto a molta cautela, in relazione alle alterazioni cromatiche che potrebbero generare sulle superfici.

Tutti gli usi che potranno farsene, compresi quelli che richiedono le cariche additive (incluse cariche minerali, riempitivi, solventi e addensanti), potranno aver luogo solo dietro esplicita richiesta e approvazione della direzione lavori.

Facendo reagire le resine epossidiche con prodotti indurenti si avrà la formazione di strutture reticolate e termoindurenti.

### **Resine poliesteri**

Le resine poliesteri saranno prodotte generalmente a partire dalla condensazione polimerica di acidi basici insaturi con glicoli; potranno essere usate in forma liquida o come riempitivi più o meno resistenti.

Come riempitivi, prima dell'indurimento al fine di migliorare in diverso modo (a seconda delle necessità) la resistenza finale, potranno essere impastate con fibre naturali di vetro o di cotone o con fibre sintetiche. In alternativa, al fine di dotarle di maggiore resistenza, si potranno aggiungere materiali diversi quali calcari, gesso, cementi e sabbie.

Il loro impiego in veste di rivestimenti e vernici protettive dovrà essere sottoposto a molta cautela, in relazione alle alterazioni cromatiche che potrebbero generare sulle superfici.

Tutti gli impieghi, compresi quelli che richiedono le cariche additive (incluse cariche minerali, riempitivi, solventi e addensanti) potranno avvenire solo dietro esplicita richiesta e approvazione della direzione lavori.

## Laterizi

### Mattoni, listelli, tegole

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere (mattoni, tegole, tavelle, ecc.) dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, alle norme di cui all'allegato 1 del D.M. 30 maggio 1974, e alle norme unificanti (uni 2105, 5631, 5632, ecc.).

È necessario che i laterizi siano in possesso di proprietà non gelive, con una resistenza verificata a partire da almeno 20 cicli alternati di gelo e disgelo eseguiti tra i + 50 e - 20°C.

Non dovranno in alcun caso presentare nell'impasto occhi bianchi di carbonato di calcio o di ossido di ferro, dannosi per la riuscita delle opere e per la durata nel tempo dello stesso materiale.

I mattoni pieni per uso ordinario, ossia per murature o simili, dovranno avere forma di parallelepipedo regolare, senza ingobbature e alterazioni della geometria, secondo le dimensioni unificanti previste, che saranno perciò costanti e modulari, in modo da consentire l'aggregazione per la formazione di murature, spallette, piattabande, ecc.

In relazione alla resistenza alla compressione, le prove da effettuarsi in regime asciutto dopo prolungata immersione nell'acqua, dovranno rivelare una resistenza non inferiore a kg..... per cm<sup>2</sup> (uni 5632-65).

I mattoni interi per paramento a vista, siano essi pieni o semipieni, dovranno avere forma estremamente regolare in relazione alla loro composizione, aggregazione e permanenza a vista e perciò dovranno avere superficie completamente integra e presentarsi di colorazione uniforme.

Le coppelle in laterizio (ossia i listoncini a piccolo spessore da incollare sulle murature da impiegarsi per i rivestimenti murari) risponderanno alle norme unificanti 5632; dovranno presentare colorazione naturale o presentarsi con colorazioni ottenute da componenti inorganici; preferibilmente avranno a tergo elementi in rilievo o scanalature atte a migliorare l'aderenza con le malte al supporto sul quale andranno messe in opera. I mattoni forati, le volterrane e i tavelloni dovranno possedere requisiti di resistenza alla compressione superiori a 16 kg per cm<sup>2</sup> (uni 5631-65, 2105-07).

Le tegole piane o curve potranno avere qualunque forma e seguiranno le prescrizioni di cantiere. Esse dovranno essere esattamente componibili e assemblabili le une sulle altre, senza che si presentino alterazioni geometriche di forma e di dimensione, in particolare, per quanto attiene le tegole assemblabili, mediante scanalature e naselli (tipo le tegole marsigliesi); devono essere assicurate una coerenza e una omogeneità cromatica secondo le prescrizioni richieste.

Le prove di resistenza dovranno verificare un carico concentrato posto nella mezzeria e gradualmente crescente fino al raggiungimento dei 120 kg.

La prova avverrà appoggiando le tegole su due listelli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti: la resistenza all'urto dovrà essere verificata mediante una palla di ghisa del peso di 1 kg, lasciata cadere dall'altezza di 20 cm.

Le tegole piane o curve dovranno possedere requisiti di impermeabilità, la quale andrà verificata sotto un carico di 50 mm di acqua mantenuta per 24 ore (uni 2619-20-21-22).

### **Materiali metallici Materiali ferrosi**

Tutti i materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere privi di ogni più piccola imperfezione. Questi materiali, pertanto, non dovranno presentare tracce di scorie e di residui di lavorazione (sia superficialmente che nello spessore) né presentare soffiature, brecciate o qualsiasi altro dannoso e non funzionale difetto derivante dalle lavorazioni di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o altro, secondo quanto previsto dalle norme uni 2623-29, 7070 e dalle altre norme relative al materiale e secondo quanto previsto dalle prescrizioni degli specifici decreti ministeriali.

I materiali ferrosi dovranno presentare inoltre, a seconda della loro qualità e della tipologia cui appartengono, i requisiti prescritti.

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, dotato di un ottimo grado di malleabilità, duttilità e tenacità e dovrà inoltre essere dotato di una struttura altamente fibrosa; dovrà essere liscio e privo di screpolature, specie sulla superficie esterna; le eventuali saldature dovranno essere perfette ossia non dovranno presentare soluzione di continuità.

L'acciaio per armature di conglomerati potrà essere liscio oppure a aderenza migliorata e dovrà rispondere ai requisiti previsti dal D.M. del 27 luglio 1985 e successive modifiche o integrazioni. Potrà trattarsi anche di acciaio inossidabile, generalmente del tipo FeB44K o di altro tipo, come specificato o disposto e pertanto dovrà rispondere alle norme specifiche a cui contengono le indicazioni necessarie a determinare la presenza delle corrette percentuali di carbonio: questo, infatti, dovrà essere presente in bassa percentuale al fine di assicurare la saldabilità delle parti, assolutamente necessaria durante le lavorazioni.

I riferimenti normativi saranno la L.1086/71 e il D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996, oltre che la circolare del ministero LL.PP. del 01 aprile 1997 n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica" di cui al D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ed eventuali aggiornamenti e modifiche. L'acciaio in reti elettrosaldate sarà composto da ferri di diametro non inferiore a 4 mm che potranno essere trattati anche con elettrozincatura, la quale dovrà essere adeguata alle prestazioni richieste e assicurare lo spessore opportuno che sia completamente aderente ai tondini di ferro.

Le reti necessarie strutturalmente dovranno avere i requisiti richiesti dalle norme tecniche specifiche; l'acciaio trafilato o laminato potrà essere di tipo dolce (ferro omogeneo), di tipo

semiduro o di tipo duro: in ogni caso dovrà essere privo di difetti e risponderà alle norme uni 7070 e successive modifiche o integrazioni.

Il ferro dolce dovrà essere perfettamente malleabile e lavorabile, sia a caldo che a freddo: sarà indispensabile che tali lavorazioni non arrechino danni quali screpolature o alterazioni superficiali e interne; esso dovrà altresì possedere proprietà di saldabilità e dopo la rottura dovrà presentare una struttura interna di tipo granulare e lucente.

L'acciaio fuso, utile a realizzare mediante fusione cuscinetti, cerniere o qualsiasi altra lavorazione, dovrà essere di prima qualità, privo di soffiature e di qualsiasi altro difetto funzionale o estetico.

La ghisa dovrà essere di prima qualità con proprietà di tenacità e di debole malleabilità, purché facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello: non saranno ammesse in cantiere ghise fosforose, in quanto inadatte all'uso. La ghisa si presenterà alla vista di colore grigio, la superficie sarà granulare e omogenea, priva di screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità e altri difetti che potrebbero ridurre la resistenza. Tutti gli elementi in ghisa dovranno essere perfettamente modellati.

## **Altri metalli**

Nelle lavorazioni e nelle opere previste nell'ambito degli interventi di restauro e di conservazione sarà contemplato l'uso di altri materiali metallici quali piombo, zinco, stagno, rame o altre leghe.

Tutti questi materiali dovranno essere di ottima qualità, ben lavorati, sia in fase di fusione che di laminazione (o di altro tipo di lavorazione cui saranno sottoposti) e dovranno rispondere alle norme uni specifiche; non dovranno presentare impurità o difetti che possano arrecare nocimento alla funzione e alla forma o che possano alterarne la resistenza e la durata.

Il titanio, in particolare, potrà essere usato anche per ragioni strutturali e consolidative e risponderà ai requisiti richiesti dalle norme di riferimento (astm B 265-89 e B 348-83 e eventuali integrazioni e modifiche); potrà essere lavorato e prodotto anche sottoforma di lega se unito ad alluminio o vanadio; dovrà possedere requisiti di buona lavorabilità, resistenza meccanica e resistenza alla corrosione; dovrà avere basso coefficiente di conducibilità termica e di dilatazione termica.

## **Legnami Generalità**

Qualora si debbano usare legnami per lavorazioni provvisorie quali ad esempio ponteggi e puntellature oppure legnami necessari nelle lavorazioni definitive, quali ad esempio gli orizzontamenti o ancora per parti non strutturali, per esempio infissi, questi, indipendentemente dalla specie legnosa prescritta e da quella utilizzata, dovranno

rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 30 ottobre 1912 e alle vigenti norme uni di riferimento.

L'appaltatore dovrà selezionare le miglior qualità possibile di legname nell'ambito delle classi e delle categorie previste in progetto o disposte in cantiere; esso in nessun caso dovrà presentare difetti in grado di inficiare l'uso specifico al quale sarà destinato; dovrà inoltre essere indenne dall'azione di parassiti e da danneggiamenti biologici oltre che da danneggiamenti visibili che potrebbero impedire l'ottenimento di lavorazioni e opere finite a perfetta regola d'arte.

In considerazione della provenienza organica dei legnami e della loro capacità di assorbire o rilasciare umidità, i materiali dovranno essere debitamente stagionati e dotati delle certificazioni richieste attestanti provenienza e categoria. L'appaltatore resterà sempre responsabile della scelta e del buon mantenimento del materiale, anche laddove già approvato dalla direzione lavori.

### **Pali, travi e tavolame**

I legnami a sezione tonda, i pali o altri elementi di forma tondeggiante, verranno ricavati dai tronchi d'albero purché siano dritti, evitando l'impiego dei rami nel caso in cui questi non siano in grado di assicurare un andamento rettilineo.

Tali pali dovranno essere scortecciati per tutta la lunghezza e appianati sulla superficie; in relazione alle dimensioni, la differenza fra i diametri medi misurati alle estremità di ogni elemento non dovrà essere superiore ai 15 millesimi della lunghezza del palo né superiore al 25% del diametro maggiore del palo.

I legnami squadrati grossolanamente che presentino spigolo smussato dovranno avere tutte le facce spianate e non dovranno presentare rientranze, sporgenze e scanalature; potranno essere accettati elementi con alborno o con smusso non maggiore di 1/6 del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo saranno ricavati da lavorazioni nell'ambito delle quali viene utilizzata la sega e dovranno essere ben squadrati, con le facce perfettamente in piano, prive di rientranze, scanalature o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo; non dovranno essere presenti alburni né smussi.

Il tavolame sarà ricavato dalla lavorazione di tronchi dritti, meglio ancora se da travi dritte, in modo che le fibre restino longitudinali e nei tagli non si creino vortici impropri e dannosi per la lavorazione.

### **Legnami per infissi**

I legnami destinati alla costruzione di infissi dovranno essere privi di alborno e esenti da nodi, cipollature, buchi o altre alterazioni; dovranno essere di prima scelta, presentare una

struttura con fibre compatte e resistenti e in nessun caso dovranno presentare difetti, danneggiamenti, deterioramenti e spaccature di alcun genere.

Per assicurare stabilità nel tempo e assenza di fenditure, essi dovranno essere perfettamente stagionati o, in modo altrettanto adeguato, essiccati artificialmente, purché risultino geometricamente perfetti e stabili; sia il colore che le disposizioni delle venature dovranno essere uniformi e regolari.

## **Materiali per pavimentazioni e per rivestimenti**

### **Generalità**

I materiali da utilizzare per la realizzazione di pavimentazioni e rivestimenti potranno essere pianelle o mattonelle di argilla cotta del tipo tradizionale, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle o piastrelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto o altre appartenenti a tipologia idonea. Tali materiali dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 e alle norme univigenti.

La conservazione, l'imballaggio, il trasporto e lo stoccaggio non dovranno in alcun modo compromettere le proprietà dei materiali.

Gli imballi dovranno contenere schede informative riportanti tutte le caratteristiche richieste per norma e utili ai fini dell'identificazione delle caratteristiche richieste.

I materiali, prima della posa, andranno attentamente controllati al fine di verificarne forma, calibro, colore, spessore e ogni altra informazione necessaria.

Per la posa, sia all'interno dello stesso imballo che per lotti differenti, l'operatore avrà cura di miscelare i singoli elementi in modo da distribuire eventuali lievi variazioni cromatiche.

## **Colori, tinte e vernici**

### **Generalità**

Tutti i prodotti da usare nei lavori di tinteggiatura, di verniciatura e simili non dovranno essere di vecchia produzione e dovranno essere conservati in modo che ne sia garantito il buon mantenimento: in questo modo si eviterà che vengano alterate le peculiarità richieste al loro utilizzo, con particolare riguardo all'eventuale formazione dei dannosi fenomeni di sedimentazione, addensamento e trasformazione in gelatina, assai frequenti quando il materiale non è di produzione recente.

Pitture, vernici e smalti dovranno essere trasportati in cantiere all'interno di recipienti sigillati recanti indicazioni sulla ditta produttrice, sul tipo di prodotto contenutovi, sulle qualità dello





stesso, sulle modalità d'uso, sui metodi di conservazione impiegati e, in particolare, l'indicazione della data di scadenza in relazione alla data di produzione, atta a testimoniare l'età e l'idoneità all'uso.

Tutti i prodotti saranno approvvigionati in modo da essere già pronti per l'impiego in opera, fatte salve le eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici secondo quelli che sono i rapporti e le modalità esplicitati nelle indicazioni.

I contenitori verranno aperti solo al momento dell'utilizzo e preferibilmente in presenza della direzione lavori, la quale ne controllerà il contenuto.

Le pitture, le vernici e gli smalti risponderanno alle caratteristiche prescritte, incluse le colorazioni, che dovranno conservarsi stabili nel tempo sia in relazione agli agenti atmosferici che in relazione a eventuali attacchi da parte di microrganismi; dovranno possedere ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto e garantirne un buon grado di traspirabilità.

La tinteggiatura di strutture murarie sarà eseguita esclusivamente con prodotti non pellicolanti, secondo le definizioni della norma uni 8751 recepita dalla Raccomandazione NorMaL M 04/85. Tutti i prodotti dovranno rispondere alle norme uni e unichim vigenti e in particolare uni 4715, uni 8310 e 8360 (in relazione alla massa volumica), 8311 (in relazione al PH), 8306 e 8309 (in relazione al contenuto di resina, pigmenti e cariche), 8362 (in relazione al tempo di essiccazione). Le superfici da tinteggiare saranno controllate con i metodi unichim, mu 446, 456-58, 526, 564, 579, 585, mentre le prove da eseguire prima e dopo l'applicazione (relative alle caratteristiche del materiale ossia campionatura, rapporto pigmenti-legante, finezza di macinazione, consumo, velocità di essiccamento, spessore, resistenza agli agenti atmosferici, agli agenti chimici, ai cicli termici, ai raggi uv, all'umidità) faranno riferimento alle norme unichim, mu 156, 443, 444, 445, 466, 488, 525, 580, 561, 563, 566, 570, 582, 590, 592, 600, 609, 610, 611.

Per tinteggiature di edifici e manufatti di interesse storico saranno assolutamente da escludere lavorazioni a base di resine sintetiche, inoltre la scelta dei prodotti dovrà conformarsi a specifiche autorizzazioni della direzione lavori, previo parere degli organi competenti.

## **Solventi**

L'olio di lino crudo sarà prodotto a partire da un processo di accurata depurazione, pertanto dovrà avere aspetto e colore limpido e chiaro e non dovrà né possedere né lasciare alcun deposito.

Non dovrà essere vecchio e rancido né dovranno essere presenti altri oli; all'olfatto dovrà percepirsi un odore forte e al gusto un sapore molto amaro.

Al fine di verificarne le proprietà, una volta versato sopra un piano liscio di vetro o di metallo, dovrà essiccare completamente nell'arco di 24 ore: l'acidità massima sarà del 7%, l'impurità

non dovrà essere superiore all'1% e alla temperatura di 15°C dovrà avere una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

L'acquaragia pura, priva di essenza di trementina, dovrà presentarsi limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.

## Colori e pigmenti

I colori potranno essere di vario genere:

- la biacca, denominata anche cerussa, ossia carbonato basico di piombo, dovrà essere purissima, priva di qualsiasi traccia di solfato di bario o di altri residui dannosi;
- il bianco di zinco dovrà presentarsi sottoforma di finissima polvere bianca e sarà costituito da ossido di zinco; non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il tasso del 3%;
- il minio potrà essere di piombo (sequiossido di piombo) o di alluminio (ossido di alluminio) e dovrà presentarsi in polvere finissima priva di colori derivati dall'anilina; non dovrà essere presente né solfato di bario né qualsiasi altra sostanza in quantità superiori al 10%;
- le terre coloranti per le tinte all'acqua, a colla o a olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze estranee e di particelle eterogenee; esse verranno perfettamente incorporate all'acqua, alle colle e agli oli, senza che permangano parti non assorbite; potranno inoltre essere richieste in qualunque tonalità esistente e avranno in ogni caso granulometria molto fine, dell'ordine di millesimi di millimetro. Risulteranno particolarmente adatti i pigmenti inorganici poiché stabili al contatto con la calce; essi deriveranno da composti dei metalli quali ferro, manganese, rame, piombo, cromo e altri metalli. Gli ossidi di ferro saranno ottenibili anche per via sintetica, purché risultino stabili alla luce, agli agenti chimici e atmosferici e al contatto con il supporto murario: la loro presenza non dovrà superare il 10% in peso sulla massa;
- le terre naturali saranno ottenibili da sostanze terrose naturali mediante appositi processi e avranno un pH 3,5-6, massa volumica 400-800 g/l e peso specifico 4-5 g/ml; dovranno contenere ossidi minerali di origine naturale secondo una percentuale del 20-40%, essere stabili alla luce, alla calce e all'umidità; saranno composte da ossido, idrossido e silicato di ferro in percentuali diverse (terre gialle, terre rosse, terre d'ombra); dovranno essere ottenute a partire da adeguati processi di lavorazione, quali l'asciugatura, la sbriciolatura, l'epurazione dalle particelle estranee, la macinazione fina e, per le terre bruciate, la preventiva cottura a 200-400°C. In taluni casi, per esempio per le terre rosse e per le terre d'ombra, si potrà anche avere un processo di calcinazione; dovranno altresì essere insolubili sia nell'acqua che in solventi inorganici.

Si riportano in tabella 2 i pigmenti più usati.



Colore	Tipo di pigmento
Bianco	Latte di calce, bianco di zinco, bianco Spagna, bianco san Giovanni, bianco Meudon
Bruno	Terra d'ombra naturale, terra d'ombra bruciata, terra di Cipro, terra di Colonia
Giallo	Terra gialla, ocre gialla, terra di Siena naturale
Rosso	Terra di Siena bruciata, terra rossa, rosso Ercolano, cinabro naturale, ocre rossa
Verde	Verde cobalto, ossido di cromo, terra verde di Nicosia, verde
Azzurro	Blu d'oltremare, azzurro di cobalto

Tabella 2 – Pigmenti più utilizzati

### Tinteggiature a base di acqua

Il latte di calce verrà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione; vi si potrà aggiungere la quantità di nero-fumo necessaria a evitare che la tinta risulti giallognola.

Le pitture all'acqua (dette anche idropitture) si otterranno mediante procedimenti di sospensione acquosa di sostanze inorganiche, contenenti, all'occorrenza e se disposto dalla direzione lavori, anche colle o emulsioni di sostanze sintetiche e pigmenti colorati atti a migliorarne le proprietà.

Sarà riscontrabile l'esistenza delle seguenti tipologie:

- tinte a calce: se saranno costituite da un'emulsione ottenuta con calce idrata o con grassello di calce in cui si discioglieranno pigmenti inorganici non reagenti con l'idrossido di calcio.

L'aderenza alle malte delle tinte a calce sarà migliorata dalla presenza di colle artificiali, animali e vegetali. Esse potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco, per un risultato ottimale sarà opportuno utilizzare come pigmenti terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi potranno essere utilizzate velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua, in modo da affievolire il potere coprente e rendere la tinta trasparente;

- tempere: se saranno costituite da sospensioni acquose di pigmenti e cariche formate da calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati e aggiunta di colle naturali o sintetiche (caseina, vinavil, colla di pesce) come leganti. Si utilizzeranno solo su pareti interne intonacate perfettamente asciutte, preventivamente preparate con più mani di latte di calce. Dovranno possedere inoltre un buon potere coprente e contemplare possibilità di ritinteggiatura;

- pitture ai silicati: ottenibili mediante sospensione di pigmenti inorganici, quali polvere di caolino, gesso, talco e ossidi di ferro, posti all'interno di una soluzione di silicati di sodio e di potassio (tali silicati potranno essere adoperati singolarmente oppure in

combinazione). Il legame con il supporto dovrà essere stabile e per ottenere tale risultato gioverà sempre un'adeguata preparazione che comprenda l'eliminazione di tracce risalenti a precedenti tinteggiature, specie se a calce, poiché ne inficerebbero la durata creando fenomeni di esfoliazione. Se le condizioni di posa saranno adeguate, i silicati creeranno un legame chimico con l'atmosfera (in particolare con l'anidride carbonica e con le particelle d'acqua in sospensione nell'atmosfera) e un legame chimico con il carbonato dell'intonaco, garantendo così una buona riuscita e una lunga durata. Tali pitture dovranno avere una elevata resistenza ai raggi uv e agli attacchi di muffe e di microrganismi;

- pitture cementizie: saranno sospensioni acquose di cementi colorati additivati con sostanze collanti. Verranno preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che sopravvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto di diluirle in acqua per eventuali riutilizzi;

- pitture emulsionate o dispersioni acquose di resine sintetiche e pigmenti (con eventuali aggiunte di prodotti plastificanti in grado di rendere le pellicole meno rigide): sono rinvenibili in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne; dovranno essere applicate con esemplare perizia tecnica e possedere colorazione uniforme; potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone e altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto;

- finiture a encausto: potranno essere preparate all'acqua o all'essenza di trementina. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta nell'acqua calda alla quale verrà aggiunto sale di tartaro. La cera potrà essere disciolta anche nell'essenza di trementina. Il liquido necessario a ottenere la sospensione sarà disposto dalla direzione lavori.

### **Vernici, smalti, pitture e altri prodotti**

Le vernici da impiegarsi per le finiture di ambienti posti all'interno di manufatti architettonici dovranno essere preparate su base di essenza di trementina e gomma pura di ottima qualità; assolutamente da evitare l'impiego di gomme di produzione distillata e di provenienza da idrocarburi in quanto tossiche, nocive alla salute e inadatte agli usi. Le vernici verranno disciolte nell'olio di lino e presenteranno una superficie brillante; rientrano in questa casistica gli encausti preparati all'essenza di trementina.

Gli smalti avranno composizione naturale o sintetica, a seconda se preparati con oli naturali o con resine sintetiche. Saranno altresì presenti nella composizione pigmenti, cariche minerali e ossidi di vario genere e provenienza atti a migliorare la consistenza e l'applicazione e ad attribuire la giusta colorazione. Tutti gli smalti dovranno possedere elevata proprietà coprente, in modo da assicurare una certa resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi uv e da risultare brillanti e ben dotati di resistenza agli urti.

Gli smalti e le pitture a base di sole resine sintetiche saranno ottenibili tramite le sospensioni dei pigmenti e delle cariche necessarie a sviluppare proprietà di resistenza e proprietà legate alla colorazione in soluzioni organiche di resine sintetiche (per esempio resine acriliche, alchidiche, epossidiche, poliuretaniche, poliesteri, siliconiche, ecc.), alle quali sarà possibile aggiungere oli con effetti essiccativi; dovranno essere dotate di elevata resistenza agli agenti atmosferici e agli urti e dovranno essere in grado di giungere al grado di essiccazione in tempi rapidi, formando un velo protettivo piuttosto duro e robusto. In considerazione dell'origine esclusivamente sintetica, il loro utilizzo sarà strettamente vincolato a precise indicazioni della direzione lavori.

Le pitture potranno essere preparate con oli oppure potranno avere composizione oleosintetica, grazie all'aggiunta di resine sintetiche agli oli; conterranno altresì pigmenti e sostanze coloranti al fine di migliorare le proprie caratteristiche di resistenza e lavorabilità oltre che le proprietà estetiche così come richieste in progetto.

Una volta messe in opera, dovranno assicurare nel tempo un elevato potere coprente, pertanto non dovranno presentare degradi e alterazioni a seguito di eventi meteorologici, incluse piogge acide e radiazioni uv.

Le pitture con effetto antiruggine e anticorrosivo saranno dotate delle caratteristiche necessarie a fronteggiare specifiche condizioni ambientali e saranno adeguate al tipo di materiale da proteggere; potranno essere del tipo oleosintetico, all'olio, al cromato di zinco.

Le pitture con effetto neutralizzatore e convertitore di ruggine dovranno essere preparate con soluzioni di acido fosforico e fosfati metallici (ferro, manganese, zinco, acido fosforico) in modo da acquisire la capacità di formare pellicole superficiali con azione anticorrosiva.

Solitamente si tratta di miscele di fosfati primari di ferro, manganese o zinco e acido fosforico; tali pitture saranno dotate della capacità di neutralizzare la ruggine o di trasformarla in fosfato di ferro.

Le pitture intumescenti dovranno essere in grado, in caso di incendio, di far rigonfiare la pellicola protettiva e di produrre uno strato isolante poroso in grado di proteggere l'elemento di supporto dal fuoco e dal calore. La conservazione di tali proprietà sarà assicurata dallo stato della vernice, che sarà di produzione recente e sigillata in contenitori sui quali saranno riportate tutte le indicazioni inerenti la provenienza, le modalità di conservazione, la lavorazione e la produzione.

## **Prodotti impregnanti**

### **Generalità**

Le operazioni di impregnamento di alcuni materiali che compongono i manufatti architettonici avranno l'obiettivo di proteggere le superfici e gli stessi materiali da agenti



atmosferici e da agenti patogeni (siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica), poiché dannosi per le parti direttamente interessate e per quelle contigue; dovranno avere effetto conservativo, pre-consolidante, consolidante e protettivo.

Durante le operazioni di impregnamento andranno sempre adoperati prodotti e sostanze compatibili con i supporti, assolutamente neutri in relazione alla conservazione del valore intrinseco e utilizzati in maniera localizzata solo dove indispensabile, dietro esplicita richiesta del direttore dei lavori previo parere degli organismi preposti alla tutela del bene.

Tali prodotti saranno dotati di caratteristiche tali da permettere un buon impregnamento e saranno inoltre in grado di penetrare nei materiali in profondità, evitando così la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, assicurando al contempo buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti e buona resistenza chimica.

In considerazione del fatto che i manufatti oggetto di intervento sono manufatti storici, pertanto realizzati con materiali tradizionali ormai stabilizzati nelle loro condizioni igrometriche, i prodotti utilizzati dovranno essere perfettamente trasparenti e non dovranno alterare il colore del supporto né avere un effetto traslucido sulla superficie trattata; al fine di non alterare le condizioni igrometriche del manufatto tali prodotti dovranno essere traspirabili e dovranno consentire la diffusione del vapore; non dovranno altresì ingenerare reazioni dannose, né dar vita alla formazione di sali solubili in superficie e dovranno inoltre possedere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale sul quale saranno usati, in modo da evitare fenomeni di fessurazione che rappresenterebbero vie preferenziali per l'ingresso dell'acqua.

Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzati con la massima cautela, con l'obiettivo di prolungare la conservazione del manufatto e di prevenirne il degrado causato, per esempio, dalle azioni fisiche degli agenti meteorici e atmosferici (le azioni degradanti erosive dell'acqua piovana oppure le azioni degradanti meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili o ancora le azioni fortemente abrasive del vento durante il trasporto del particolato atmosferico); dovranno altresì essere in grado di prevenire le alterazioni statiche e strutturali localizzate e generali quali ad esempio fessurazioni, rotture, cedimenti.

L'efficacia dell'impregnante dovrà essere perciò finalizzata anche a eliminare gli effetti disgregativi legati alle superfici; a ridurre o eliminare il potere di imbibizione e il ristagno di acqua all'interno dei materiali; a proteggere dagli effetti chimici generati dal contatto con piogge acide e inquinanti atmosferici; a prevenire la formazione di macroflora e di microflora.

A seconda del supporto dovranno essere scelti impregnanti specifici, le superfici da trattare potranno essere infatti:

- in pietra a vista compatta e tenace oppure porosa e tenera;
- in laterizio a vista di colore rosso e compatto;

- in laterizio a vista albaso e poroso;
- in calcestruzzo;
- in intonaco colorato antico o storico oppure in intonaco colorato di recente esecuzione.

In considerazione delle varie tipologie di supporto, si dovranno eseguire quindi tutte le campionature preventive. In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà legata ai risultati emersi a seguito delle analisi, delle prove e delle campionature eseguite, tenendo conto delle procedure NorMaL e delle disposizioni impartite in cantiere.

Saranno perciò verificate: la compatibilità chimica e fisica con il supporto, la capacità di evitare danni al manufatto, agli operatori e all'ambiente, la facilità di applicazione, la capacità di penetrazione, la reversibilità, la traspirabilità, la stabilità nel tempo, la non alterazione degli effetti di superficie originari, la resistenza ai raggi uv e l'inerzia chimica rispetto agli agenti inquinanti. Tali sostanze dovranno essere fornite in recipienti sigillati dotati di etichette indicanti il nome del produttore, la data di produzione, i dosaggi e le modalità di impiego.

Conclusivamente dovranno avere pot-life sufficientemente lungo che ne consenta l'indurimento ad assorbimento completamente avvenuto.

### **Impregnanti da consolidamento**

Gli impregnanti da consolidamento possono essere composti organici e composti inorganici, purché abbiano le medesime caratteristiche e proprietà esposte tra le generalità, con particolare riguardo all'adozione della migliore soluzione possibile in relazione al valore del manufatto.

Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione o l'essiccamento del solvente) reazione all'acqua, in modo da evitare dannosi effetti secondari.

Tali impregnanti dovranno essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici, in modo da eliminare i fenomeni di decoesione; non dovranno presentare ingiallimento nel tempo e dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi uv: in ogni caso dovrà sempre essere possibile l'eliminazione degli eccessi di prodotto con apposito solvente senza che il manufatto ne risulti danneggiato o alterato.

L'impiego di tali prodotti dovrà seguire le indicazioni riportate sulle etichette e sulle schede tecniche.

## Composti organici o resine

I composti organici sono polimeri di derivazione sintetica, posseggono caratteristiche di alta adesività e tuttavia dilatazione termica diversa da quella dei materiali edilizi; potranno essere di tipo termoplastico o termoindurente.

Nel primo caso conserveranno una certa solubilità che li rende reversibili e verranno utilizzati per la protezione di materiali murari (pietre, malte, ecc.) e per legnami.

Nel secondo caso saranno non solubili, né irreversibili o sensibili all'azione dei raggi uv e verranno utilizzati in particolare a scopi strutturali.

Si riporta di seguito una enumerazione delle più importanti resine:

- resine acriliche: avranno proprietà termoplastiche e saranno ottenibili mediante il processo di polimerizzazione di acidi acrilici e metacrilici; saranno quasi tutte solubili in appositi solventi organici, anche se penetreranno nei materiali con una certa difficoltà; saranno idrorepellenti ma si dilateranno, resistendo bene all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento; dovranno avere un buon potere adesivo sebbene posseggano poche proprietà penetranti; saranno utilizzate soprattutto in campo strutturale, prevalentemente all'interno di ambienti;
- resine metacriliche: saranno utilizzabili generalmente per iniezione con lo scopo di consolidare le murature, oltre che per bloccare (anche in quelle interrato) il passaggio di acqua. In particolare, l'etil-metacrilato avrà elevata flessibilità d'uso, con buone doti di trasparenza, di resistenza all'acqua, agli acidi, agli alcali e alla vegetazione: si otterrà unendo a ogni litro di solvente, per esempio acetone o etanolo, da 20 a 300 cm<sup>3</sup> di resina solida, alla quale si potrà aggiungere, se prescritto, una quantità stabilita di polveri opacizzanti.
- resine poliuretatiche: apparterranno sia alla classe termoplastica che a quella termoindurente; avranno buone proprietà meccaniche, buona adesività, saranno resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici ma penetreranno nei materiali con difficoltà. Saranno usati in alternativa alle resine epossidiche poiché posseggono capacità di indurimento alle basse temperature; potranno essere usate come consolidanti dei terreni, come isolanti e come protettivi e impermeabilizzanti, specie negli interventi di sbarramento di umidità per risalita;
- resine epossidiche: saranno termoindurenti, generalmente a due componenti, ossia dovranno essere preparate a piè d'opera; sebbene abbiano una buona resistenza chimica, buone proprietà meccaniche e di adesività, penetreranno nei materiali con difficoltà e nel tempo, specie se esposte, ingialliranno e potranno ridursi in polvere; saranno impiegate nei consolidamenti strutturali di murature, di legnami e di materiale lapideo, soprattutto per la protezione di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti a una forte aggressione chimica e saranno impiegate inoltre per le riadesioni di frammenti lapidei staccati;





- resine poliesteri: deriveranno dalla policondensazione dei glicoli con acidi bi-basici insaturi e saranno usate come adesivi poiché posseggono buone proprietà specifiche, mentre posseggono basse proprietà di resistenza alle radiazioni uv. Prima dell'indurimento potranno essere impastate con fibre di vetro, fibre sintetiche, calcari, sabbie e gessi in modo da consentirne un uso riempitivo;

- resine acril-siliconiche: saranno ottenute con prodotti a base di resine acriliche e resine siliconiche. Saranno resistenti e protettive, con buone doti di adesività, di elasticità, di idrorepellenza e di penetrazione nei materiali. Opportunamente combinate saranno utilizzabili per il consolidamento di materiali lapidei, in particolare per la pietra calcarea o arenaria, per superfici intonacate, per laterizi, per cemento, per legno duro e per marmi e manufatti in gesso; saranno utilizzate in solventi organici in maniera da assicurare bassa viscosità; i composti a base di silicio dovranno presentarsi incolori e saranno utilizzabili per arenarie, pietre silicatiche e su mattoni e intonaci; avranno una bassissima viscosità, per cui penetreranno profondamente anche in materiali poco porosi; alcuni composti potranno essere miscelati con silossani in modo da rendere idrorepellente il materiale trattato.

Tra i composti organici si annoverano anche le resine elastomero-fluororati (adatte al consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi non contengono stabilizzanti, sono stabili ai raggi uv, posseggono buone doti aggreganti e protettive e risultano permeabili e reversibili) e i polietilenglicoli o poliessietilene (da usarsi su legnami posti in ambienti protetti).

### **Composti inorganici**

I composti inorganici avranno proprietà compatibili con il materiale al quale verranno applicati, saranno duraturi ma irreversibili e poco elastici e potranno ingenerare produzione di sali solubili: per questo il loro utilizzo sarà sempre da valutare con attenzione.

Tra tali composti va presa in considerazione la calce, che potrà essere usata come protettivo sulle malte aeree e come latte di calce sulle pietre calcaree (anche se non possiede proprietà consolidanti elevate); potranno rilevarsi dopo il trattamento con la calce depositi biancastri sulla superficie dei manufatti trattati, che andranno immediatamente rimossi per evitare che si stabilizzino irrimediabilmente.

L'idrossido di bario da impiegarsi sulle pietre calcaree e su intonaci affrescati allo scopo di bloccare il fenomeno di massificazione potrà produrre patine biancastre in superficie, avrà proprietà idrosolubili, basso potere consolidante e una scarsa azione protettiva nei confronti dell'acqua.

## **Impregnanti e idrorepellenti per la protezione e l'impermeabilizzazione**

Tutti i prodotti che verranno utilizzati in cantiere per l'impermeabilizzazione corticale e per la protezione superficiale dei materiali dovranno avere requisiti atti a fronteggiare le necessità specifiche (protezione e/o idrorepellenza) e pertanto, una volta che siano state effettuate verifiche sulle loro prestazioni e adeguate prove su campionature per il riscontro delle caratteristiche elencate nelle schede tecniche, saranno messi in opera solo in caso di effettiva urgenza e necessità, con particolare riguardo per quelle parti del manufatto maggiormente esposte agli agenti meteorici e per quelle costituite da materiali porosi e con elevate proprietà di imbibizione.

Tali prodotti saranno in grado di penetrare nei materiali in profondità, in modo da evitare la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, saranno inoltre dotati di buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti oltre che di una buona resistenza chimica.

## **Oli e cere naturali**

Oli e cere naturali, a causa della loro bassa resistenza all'invecchiamento, nel caso in cui la loro applicazione venga ripetuta nel tempo, poiché l'iniziale idrorepellenza acquisita sparirà col tempo, avranno un'elevata capacità di protezione e conservazione.

L'olio di lino crudo, di colore giallo, sarà un prodotto grasso con proprietà essiccate e avrà l'85-90% di gliceridi derivanti da acidi grassi insaturi; per migliorarne ulteriormente le proprietà essiccate verrà sottoposto a un processo di cottura a temperature comprese tra i 150 e i 320°C, pertanto acquisterà un colore tendente al bruno rossastro e aumenterà la sua densità e la sua viscosità; sarà da utilizzare per l'impregnazione di legno, pavimenti e materiali in cotto.

Le cere naturali potranno avere provenienza animale o vegetale; in relazione alle cere animali, le più comuni sono quelle d'api ma alcune potranno anche provenire da cetacei.

La cera d'api, la più comune, avrà colore intenso, punto di rammollimento a 35°C e punto di fusione a 62°C circa; il suo pH sarà circa 20,7, sarà infiammabile pur non lasciando residui e sarà solubile in trementina a caldo ma insolubile in acqua; avrà altresì buone doti di permeabilità al vapore.

Le cere vegetali proverranno dal cotone, dal lino, dal tabacco o dalla palma del Brasile (cera carnauba, molto pregiata) e potranno essere grasse o magre, saranno solubili a caldo in solventi organici, per esempio in trementina o in acqua ragia, avranno punto di fusione a circa 85°C e saranno usate anche in aggiunta alla cera naturale grazie alle sue elevate proprietà di brillantezza.

## Cere minerali o sintetiche

Le cere minerali o sintetiche sono ricavabili dalla lavorazione dei fossili e degli idrocarburi, pertanto sono prodotti chimici con caratteristiche visive del tutto dissimili da quelle delle cere naturali; potrà trattarsi di cere di provenienza polietilenica e polietilenglicolica, con proprietà solubili sia in acqua che in solventi organici, punto di fusione a 90-95°C e punto liquido a 105-110°C; dovranno avere buona stabilità chimica e termica, poiché nel trattamento dei materiali lapidei e porosi potrebbero provocare fenomeni di ingiallimento e di opacizzazione delle superfici trattate, potrebbero inoltre scolorire e essere attaccate da batteri e parassiti.

## Composti organici

I polimeri acrilici e vinilici (ad esempio poliacrilati e resine viniliche) dovranno essere in grado, dopo l'applicazione, di generare un film solido impermeabile e aderente al supporto.

Potranno essere combinati con cariche, con pigmenti, con opacizzanti, con addensanti e con plastificanti.

Le resine poliuretaniche (sia termoplastiche che termoindurenti) dovranno possedere buone proprietà meccaniche e buona adesività, anche se a fronte difficilmente saranno in possesso di una bassa penetrabilità. Risulteranno molto efficaci come barriera al vapore e per gli sbarramenti verticali nella risalita di acqua nelle strutture murarie.

Le resine metacriliche saranno generalmente utilizzabili per iniezione allo scopo, oltre che di consolidamento strutturale, di bloccare nelle murature, anche in quelle interrato, il passaggio di acqua.

I perfluoropolieterei saranno adatti alla protezione di manufatti in quanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà e saranno stabili ai raggi uv. L'alcool polivinilico sarà solubile in acqua nelle percentuali del 3-10%. L'acetato di polivinile, resina di tipo termoindurente, avrà punto di rammollimento a 150-180°C e una viscosità 180-240 mPas in soluzioni al 20% con temperature di 20°C; essa sarà usata in soluzione di alcool etilico o isopropilico oppure in una miscela di acqua e acido etilico denaturato, sempre nelle percentuali del 3-10%.

I composti a base di silicio (comunemente detti siliconi) si otterranno dal trattamento del silicio per derivazione chimica.

Tali protettivi siliconici dovranno possedere bassa tensione superficiale, bassa viscosità, buone proprietà di penetrazione, proprietà di idrorepellenza, resistenza chimico-fisica, traspirabilità e impermeabilità; la loro efficacia sarà legata al supporto sul quale saranno applicati e dovranno in ogni caso rispettare le prescrizioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL 20/85.

Tali formulati dovranno sempre garantire un elevato potere di penetrazione, resistenza ai raggi ultravioletti e infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto traslucido, assenza di effetti filmanti, i quali potrebbero ridurre la permeabilità al vapore d'acqua (tale permeabilità dovrà essere superiore al 10% secondo norme din 52615); il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifiche autorizzazioni della direzione lavori e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto e a un'appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

I metil-siliconati di potassio o di sodio saranno sconsigliati per l'idrofobizzazione e il restauro di materiali lapidei carbonatici e intonaci di malte aeree, a causa della formazione (a seguito di reazione) di sali solubili; essi troveranno applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Le resine siliconiche (comunemente dette silossani o polisilossani) dovranno essere in possesso di una buona stabilità agli agenti chimici (specie agli alcali), alle temperature e alle radiazioni uv e dovranno inoltre possedere un buon grado di traspirabilità (che eviterà il crearsi di un effetto pellicolante, con relativa occlusione dei pori), una buona elasticità e un'alta idrorepellenza e garantire infine l'assenza di formazione di sali solubili e di alterazione degli effetti cromatici. Si presteranno molto bene per l'impregnazione di manufatti dotati di elevata porosità.

I silani avranno struttura chimica simile alle resine siliconiche: utilizzati in particolari condizioni, consentiranno di ottenere ottime impregnazioni su supporti compatti e poco assorbenti; saranno generalmente utilizzati all'interno delle soluzioni prescelte in una percentuale del 20-40%.

L'utilizzo di alchil-silossani sarà adeguato per laterizi, materiali lapidei, tufo e intonaci realizzati con malta bastarda.

## **Prodotti per la pulitura di materiali**

### **Generalità**

Gli interventi di pulitura saranno necessari all'eliminazione di tutte le patine degradanti anche se, come è noto, ogni singola azione di pulitura potrebbe generare effetti abrasivi sui materiali e sulla pellicola naturale generatasi nel tempo.

I singoli prodotti andranno utilizzati senza mai generalizzarne l'applicazione, partendo sempre da operazioni più blande per poi passare a quelle più aggressive.

La scelta dei prodotti per la pulitura delle superfici esterne di un edificio richiederà opportune analisi del degrado e del quadro patologico, in relazione alle cause intrinseche ed estrinseche che dovrebbero condurre all'utilizzo di quei materiali e alla consistenza



materica dei manufatti. Seguendo le raccomandazioni NorMaL, dovranno perciò essere condotte tutte le indagini necessarie volte alla identificazione della natura del supporto e dell'agente patogeno, al fine di determinare il processo chimico che ha innescato il degrado; ogni prodotto potrà essere utilizzato soltanto dopo che siano state eseguite e campionate tutta una serie di prove applicative, secondo quelle che sono le disposizioni impartite. Solo a seguito di tali risultanze sarà possibile individuare e scegliere il prodotto più appropriato a partire da esplicite disposizioni della direzione lavori e sentiti gli organi preposti alla tutela del bene.

Sarà cura dell'appaltatore, il quale seguirà scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e le disposizioni di cantiere, assicurarne la conservazione e il corretto uso.

### **Acqua nebulizzata**

L'acqua da utilizzare negli interventi di pulitura, soprattutto per quelli che interesseranno i materiali lapidei anche porosi, dovrà essere pura, dolce, priva di sali e di calcari, con pH neutro e durezza inferiore al 2%; dovrà essere deionizzata oppure distillata, completamente pulita e priva di particelle in sospensione in grado di danneggiare i materiali; per i calcarei teneri, l'acqua potrà essere più dura.

L'acqua dovrà subire un procedimento di nebulizzazione, in modo da scomporsi in piccole particelle di dimensioni comprese tra i 5 e 10 micron.

La deionizzazione dell'acqua potrà anche essere eseguita in cantiere mediante un'apparecchiatura che consentirà agli scambi ionici di prodursi con continuità, in modo che nel cantiere stesso non si abbiano interruzioni e variazioni nella produzione dell'acqua.

Il processo sarà ottenuto tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO<sub>3</sub>H e basiche RNH<sub>3</sub>OH). La macchina scambiatrice dovrà essere collegata a una motopompa in grado di trasportare l'acqua trattata ai nebulizzatori e agli ugelli, i quali saranno dotati di valvola regolatrice della pressione e dei flussi di uscita.

Per una buona riuscita della lavorazione e per evitare problemi di eccessiva imbibizione del manufatto e delle parti di manufatto sottoposte al trattamento, l'operatore dovrà muovere gli ugelli con moto moderato e uniforme, evitando stasi prolungate in quei particolari punti che potrebbero aumentare il rischio di abrasione del materiale.

Completato un ciclo, che non dovrà mai superare le 4 ore consecutive, sarà opportuno consentire ai materiali di asciugarsi e, se necessario, si potrà intervenire successivamente con altri passaggi.

In ogni caso, i corretti tempi di intervento e di applicazione saranno determinati su zone campione sottoposte a tempi crescenti concordati con la direzione lavori.

La deionizzazione non renderà comunque sterile l'acqua e pertanto, all'occorrenza, dovrà essere predisposto tale trattamento aggiuntivo: infatti per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

## **Biocidi**

Sono biocidi tutti quei prodotti in grado di eliminare muffe, alghe, muschi e licheni o altro tipo di patina biologica; potranno essere specifici per l'eliminazione di alcune particolari specie oppure potranno agire con ampio spettro.

Per le alghe verdi e per le muffe si potrà usare la formalina oppure una soluzione ottenuta con acqua ossigenata (25%) e ammoniaca.

Per alghe e microflora si potrà anche impiegare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro, da utilizzarsi in soluzione acquosa, da applicare a spruzzo, allo 0,5-2%.

Per muschi e licheni si potranno preparare soluzioni di ipoclorito di litio (raramente ipoclorito di sodio, in quanto altererebbe la patina cromatica) in acqua con percentuale dell'1-3% oppure acqua ossigenata a 120 volumi o, in alternativa, formaldeide in soluzione acquosa allo 0,1-1% con aggiunta di ossido di etilene.

Per i soli licheni, le soluzioni potranno essere composte da sali di ammonio quaternario e enzimi proteolitici sciolti in acqua all'1-2%.

Molti di questi prodotti non sviluppano un'azione persistente, pertanto gli agenti patogeni si riformeranno non appena la loro efficacia si sarà attenuata; per questa ragione si dovrà agire con utili applicazioni preventive.

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata. Tale applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale tramite l'utilizzo di spatole, pennelli a setole rigide, bisturi e altri attrezzi: operazioni da svolgersi con estrema cautela, in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto.

## **Sostanze chimiche**

In considerazione della provenienza sintetica dei prodotti da utilizzare, dovranno essere eseguite apposite prove e campionature, con diversi dosaggi e con diversi prodotti, in modo da poter valutare con sicurezza tutti gli effetti generabili sui materiali a partire dal loro impiego e l'effettiva efficacia che posseggono riguardo l'eliminazione di patine degradanti.

Nel caso in cui non potranno effettivamente essere sostituiti da altri materiali impiegabili nell'ambito di interventi meno aggressivi e più compatibili con il manufatto, questi prodotti

chimici saranno adoperati con la massima cautela proprio a causa della loro pericolosità d'impiego.

Gli interventi saranno disposti e controllati dalla direzione lavori e dagli organi preposti alla tutela del bene e saranno localizzati solo dove effettivamente necessario, in modo da evitare interventi generalizzati.

Potranno essere usate sostanze basiche (per croste poco solubili, dure e resistenti) o sostanze acide (per efflorescenze, per sali solubili, per macchie di solfati anche ferrosi) o ancora sostanze attive e detergenti, come i saponi liquidi neutri, purché non producano schiuma.

Tutti questi prodotti dovranno essere diluiti nell'acqua di lavaggio, additivando anche inerti di vario tipo quali metilcellulosa, argilla, amido o altro, secondo quelle che sono le percentuali prescritte dalla direzione lavori; a ogni lavaggio dovrà alternarsi una passata di acqua deionizzata.

### **Impacchi di argille assorbenti**

Le argille da adoperare, premesso che dovranno sempre essere disposte tutte le campionature e le prove così come esposte in precedenza, potranno essere la sepiolite e/o l'attapulgit, poiché queste saranno in grado di agire senza generare effetti aggressivi sulla superficie oggetto di intervento.

La loro granulometria dovrà essere di 100-220 Mesh e sarà necessario vengano preparate mediante diluizione con acqua distillata o demineralizzata, fino a ottenere una pasta mediamente densa dello spessore di 2-3 cm.

Negli impasti, al fine di ottenere i fanghi da applicare, dovrà essere presente urea (50 g ogni 1000 cm<sup>3</sup> di acqua distillata) e 20 cm<sup>3</sup> di glicerina.

L'operazione di pulitura mediante argille dovrà sempre essere preceduta da operazioni di rimozione di eventuali cere o patine grasse attraverso l'utilizzo di opportuni solventi, l'acetone per esempio, in modo da assicurare l'efficacia dell'operazione stessa.

### **Materiali diversi**

#### **Additivi**

Gli additivi per le malte e per i calcestruzzi, da utilizzare solo se prescritti in progetto o dalla direzione lavori, sono prodotti di derivazione sintetica che potranno essere impiegati nella composizione di malte e di calcestruzzi al fine di migliorarne alcune proprietà in vista di particolari esigenze.

Essi sono classificabili in:

- fluidificanti e super-fluidificanti: a base di polimeri, sono in grado di migliorare la lavorabilità dell'impasto; essendo infatti tensioattivi sono in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle che compongono la miscela e di conseguenza di diminuire l'attrito tra le particelle delle malte in fase di miscelazione; consentono peraltro di diminuire le quantità di acqua presenti nell'impasto;
- acceleranti: i più comuni sono i silicati o i carbonati di sodio o di potassio, sono in grado di aumentare la velocità di idratazione al fine di ottenere un più veloce processo di indurimento oppure una più veloce presa;
- ritardanti: possono essere sia di origine organica che inorganica; sono in grado di ritardare il processo di idratazione e quindi la presa, consentendo così di ottenere tempi di lavorabilità più estesi;
- espansivi: sono prevalentemente di origine organica, preconfezionati con proprietà antiritiro;
- aeranti o pirogeni: sono in grado di creare microsfere d'aria a elevata stabilità all'interno delle malte e dei leganti, facendo sì che la presenza d'aria nell'impasto possa essere compresa tra il 4% e il 6% (come limite massimo del vuoto nel calcestruzzo); con le malte deumidificanti per intonaco tale percentuale può giungere anche al 30-40%.

In virtù della loro origine non naturale, per l'impiego di tali additivi sarà necessario l'assenso da parte degli organismi preposti alla tutela del bene; dovranno inoltre essere utilizzati esclusivamente nelle proporzioni prescritte o consigliate dalla ditta produttrice.

Per queste ragioni dovranno essere forniti in recipienti sigillati sui quali saranno indicati il nome del produttore, la data di produzione, i dosaggi e le modalità di impiego; dovranno rispondere ai requisiti e alle classificazioni riportate nelle norme uni 7101 e uni 8145.

## **Vetri e cristalli**

I vetri e i cristalli impiegati negli interventi di restauro dovranno rispettare le dimensioni specificate nei progetti (con l'utilizzo di una sola lastra e non componendo più lastre se non espressamente richiesto).

In particolare i vetri risponderanno alle norme uni 5832, 6123, 6486, 6487 e potranno essere:

- a spessore sottile (vetro semplice di spessore 1,8-2,2 mm);
- normale (vetro semi-doppio di spessore 2,8-3,2 mm);
- forte (vetro doppio di spessore 3,7-4,3 mm);
- spesso (mezzo cristallo di spessore 5-8 mm);



- ultraspeso (cristallo di spessore 10- 19 mm).

I vetri dovranno inoltre conservare uno spessore costante e una calibratura adeguata all'uso specifico che se ne dovrà fare; dovranno essere di prima qualità, presentare caratteri di trasparenza e uniformità e essere privi di difetti quali cavillature, alveolature, soffiature, particelle residue, macchie e ogni altro difetto visibile o invisibile ma comunque dannoso all'uso.

Per vetri lavorati a rilievo e stampati o per vetri realizzati all'antica, la valutazione della qualità sarà affidata in cantiere al direttore dei lavori; tali vetri potranno presentare superficie lucida o potranno essere disposti con lavorazioni superficiali quali sabbiatura, amidatura, ecc.

In relazione alle prestazioni, i vetri potranno essere: normali, temperati, stratificati o cristalli.

I vetri piani normali saranno adoperati singolarmente o in vetrocamera (ossia saranno costituiti da due lastre di vetro, di spessore disposto in progetto, unite lungo il perimetro con interposizione di distanziatore e adesivi, in maniera da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati) e risponderanno alle norme uni 7171.

I vetri temperati risponderanno alle norme uni 7142.

I vetri piani stratificati con proprietà antisfondamento risponderanno alle norme uni 9186-87, quelli antiproiettile invece alle norme le uni 9187-87.

## **Materiali impermeabilizzanti**

### **Generalità**

I materiali impermeabilizzanti potranno essere bitumi, cartonfeltri bitumati, fogli e manti bituminosi prefabbricati, vernici bituminose, guaine in pvc.

Il tipo di materiale, le modalità di posa e il luogo in cui metterli in opera saranno disposti dalla direzione lavori in relazione alle particolari circostanze e alle particolari caratteristiche delle parti da salvaguardare.

Tutti i materiali dovranno rispondere a norme specifiche, dovranno essere di prima qualità e non dovranno presentare alterazioni, deformazioni, tagli e ogni altro vizio che ne pregiudichi l'efficacia e la durata nel tempo.

Dovranno inoltre essere sottoposti a tutte le prove richieste e prescritte dalle norme uni 3838, 8202, in relazione al punzonamento, alla resistenza ai cicli termici, alla flessibilità, alla resistenza a trazione, allo scorrimento a caldo, alla impermeabilità all'acqua e alla lacerazione.



Sarà cura dell'appaltatore assicurarne la conservazione e il corretto uso, a partire dall'osservanza scrupolosa di tutte le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e delle disposizioni di cantiere.

## Bitumi

I bitumi dovranno rispondere alle norme uni 4137 e, se caricati con polveri inorganiche o con fibre a effetto rinforzante alle norme uni 4377-85, 5654-59.

Dovranno essere forniti in contenitori sigillati sui quali saranno riportate bene in vista la data di formazione e la data di scadenza, in modo da assicurare le prestazioni previste.

## Cartonfeltri e cartonfeltri bitumati

I cartonfeltri e i cartonfeltri bitumati saranno costituiti da feltri di fibre di carta.

I cartonfeltri bitumati saranno impregnati e cilindati di bitume oppure solo ricoperti di bitume, anche con l'eventuale inserimento di piccole scaglie e di polvere di materiale minerale; risponderanno alle norme uni 3682, 3888, 4157 e si presenteranno completamente integri, con superficie piana di colore nero.

I cartonfeltri dovranno garantire le caratteristiche descritte in tabella 3.

Cartefeltro						
Tipo	Peso a m3 (g)	Contenuto di lana (%)	Contenuto di cotone, juta e altre fibre tessili naturali (%)	Umidità (%)	Potere di assorbimento in olio di antracene (%)	Carico di rottura a trazione nel senso longitudinale delle fibre su striscia 15\textimes180 mm (kg)
224	224 ± 12	10	55	9	160	2,800
333	333 ± 16	12	55	9	160	4,000
450	450 ± 25	15	55	9	160	4,700

Cartonfeltro bitumato cilindato		
Tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m3 (g minimo)	Peso a m3 del cartonfeltro (g)
224	233	450
333	348	670
450	467	900



Cartonfeltro bitumato ricoperto		
Tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m3 (g minimo)	Peso a m3 del cartonfeltro (g)
224	660	1.100
333	875	1.420
450	1.200	1.850

Tabella 3 – Caratteristiche del cartonfeltro

### Fogli e manti bituminosi

I fogli e i manti bituminosi saranno costituiti da membrane o guaine rinforzate con fibre di vetro o con materiale sintetico; oltre al bitume si potranno utilizzare in combinazione anche resine sintetiche, con l'ottenimento di membrane polimero-bituminose o elastomero-bituminose.

La faccia in vista potrà essere rivestita con fogli di alluminio o di rame di spessore minimo 5-8/100 mm oppure con frammenti di ardesia, di graniglia di marmo o di quarzo (dette generalmente guaine ardesiate): in tal caso risponderanno alle norme uni 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718, 6825.

### Vernici bituminose

Le vernici bituminose saranno ottenibili da bitumi mescolati a solventi organici che ne miglioreranno la fluidità; potranno presentare altresì polveri di alluminio o vernici sintetiche con effetto pigmentante. Verranno impiegate per proteggere i manti bituminosi.

## MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

### Indagini preliminari

#### Indagini preliminari ai lavori di restauro e di conservazione

##### Generalità

Le indagini preliminari ai lavori di restauro, di conservazione, di recupero e di ristrutturazione che verranno applicate su edifici o manufatti esistenti saranno tese all'acquisizione di conoscenze più estese riguardo a quelle che sono le caratteristiche della costruzione (o di quella parte di costruzione) sulla quale si dovrà intervenire.

Tali operazioni saranno finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione delle informazioni e dei dati inerenti la reale natura del materiale e il relativo stato di conservazione, in modo tale da completare e sottoporre a verifica il quadro conoscitivo degli eventi patologici posto alla base del progetto.

In particolare, sui manufatti di interesse storico-artistico si approfondirà con particolare riguardo quello che è lo stato delle alterazioni, il livello di degrado e gli eventuali dissesti, in sintonia con quanto previsto nelle Linee Guida<sup>2</sup> – Capitolo 4, “Conoscenza del manufatto”, raccogliendo tutte quelle informazioni necessarie a comprendere le componenti, le stratificazioni e le variazioni avvenute nel tempo.

Qualunque tipo di indagine, anche quelle già previste in progetto, dovrà essere discussa e approvata dalla direzione lavori. L'appaltatore eseguirà il ciclo di indagini predisposto e concordato seguendo le disposizioni ricevute, nel rispetto delle caratteristiche della costruzione previa autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di indagine.

Considerata, dunque, la presenza di ponteggi e di mezzi di cantiere, prima di iniziare qualunque tipo di operazione, sia essa di demolizione/rimozione che conservativa, l'appaltatore eseguirà le indagini conoscitive prediligendo sempre quelle non distruttive o poco distruttive, in modo da non pregiudicare la conservazione del manufatto e di tutte le sue parti, avendo cura di non alterare le condizioni originarie e seguendo le indicazioni contenute nelle Raccomandazioni NorMaL vigenti, disposte dall'Istituto centrale del restauro di Roma.

## Tipologie di indagini

Le indagini potranno interessare vari materiali quali pietre, terrecotte, intonaci e malte, legnami, metalli, calcestruzzi e rivestimenti; esse potranno essere condotte secondo differenti livelli di approfondimento:

- ispezione visiva diretta;
- analisi chimica;
- analisi fisica;
- analisi biologica;
- analisi meccanica.

Le indagini sono classificate in base al grado di deterioramento che possono provocare sul materiale della costruzione oggetto d'esame.

## Prove non distruttive

Le prove non distruttive verranno realizzate in situ senza che avvenga prelievo e asportazione di materiale. Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: rilievo diretto, telerilevamento fotografico (normale, agli infrarossi, fotogrammetrico) e topografico, termografia, magnetometria, colorimetria, indagini soniche e ultrasoniche, rilievo della luminosità, rilevamenti radar e georadar, rilevamenti delle temperature dell'aria e dell'umidità, degli inquinanti atmosferici, rilevamenti dei dissesti mediante fessurimetri, microdime, ecc.

## Prove poco distruttive

Le prove poco distruttive verranno realizzate prelevando piccoli frammenti di materiale (intonaco, malta, scaglie di materiale, ecc.) da parti degradate o già distaccate oppure effettuando piccoli fori.

*2 Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, luglio 2006.*

Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: endoscopia, prove chimiche sulle malte, sugli intonaci e sulle patine, analisi microscopiche (microscopio ottico e a scansione), analisi spettrometriche o spettrofotometriche, analisi per definire la granulometria e la porosità, l'imbibizione e l'assorbimento.

## **Prove distruttive**

Le prove distruttive in alcuni casi sono necessarie al fine di verificare lo stato interno di alcuni componenti della costruzione e la loro resistenza.

Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: martinetti piatti per verifica della resistenza e dei carichi, carotaggi per prove meccaniche e per verifiche della consistenza dei materiali.

## **Modalità esecutive delle indagini**

Per l'esecuzione delle indagini l'appaltatore dovrà fare uso di strumentazioni, apparecchiature e macchine che sia per dimensioni che per maneggevolezza che per sistema e principio di funzionamento, garantiscano lo svolgersi delle loro mansioni senza che venga arrecato alcun danno allo stato originario dei luoghi, prediligendo quelle attrezzature che consentano il più elevato grado di attendibilità dei risultati, un tempo d'uso più limitato e un inferiore grado di distruzione.

Le indagini dovranno essere svolte da personale specializzato e, qualora venga ritenuto necessario per particolari tipologie di indagini, l'appaltatore potrà affidarsi a istituti o laboratori specializzati e riconosciuti, i quali procederanno allo svolgersi delle operazioni secondo quelle che sono le indicazioni contenute nelle Raccomandazioni uni-NorMaL vigenti, disposte dall'Istituto centrale del restauro di Roma.

Una volta concluse le indagini, l'appaltatore provvederà alla rimessa in pristino e alla pulizia del manufatto e dei luoghi eliminando ogni residuo di lavorazione inopportuno.

I rilievi fotogrammetrici e topografici e, in linea generale, tutti i sistemi di telerilevamento a ripresa superficiale dovranno essere eseguiti con la strumentazione idonea al tipo di indagine richiesta, con la indicazione precisa dei criteri utilizzati durante l'operazione di rilevamento; dovranno comprendere, inoltre, l'elaborazione, la restituzione grafica e la descrizione analitica e fotografica dell'oggetto rilevato, includendo altresì valutazioni, espresse nel modo più comprensibile possibile, dei risultati ottenuti in modo da creare le condizioni per una corretta interpretazione delle informazioni relative allo stato dei luoghi.

Le apparecchiature stereometriche per i rilievi fotogrammetrici e per i rilievi topografici, una volta corrette le distorsioni, consentiranno di tradurre i punti rilevati in coordinate numeriche e, mediante opportune elaborazioni, restituiranno i dati nella scala di rappresentazione grafica richiesta.

Le apparecchiature per la termovisione e la termografia consentiranno il rilevamento e la registrazione delle mappe dei ponti termici, dell'umidità e delle condense, quelle delle discontinuità strutturali e dei materiali, nonché le mappe delle aggressioni biologiche.

Le strumentazioni per la magnetometria (per esempio il metal-detector o il rilevamento mediante corrente alternata attraverso sonda) consentiranno di rilevare la presenza di materiali ferrosi non immediatamente visibili.

Le apparecchiature per le indagini soniche e ultrasoniche (segnale sonico) e le strumentazioni per le indagini radar e georadar (segnale radio) consentiranno di individuare il grado di integrità di una muratura o di una sua porzione, di rilevare vuoti e fessure, punti di discontinuità e stratificazioni murarie.

I fessurimetri a lettura diretta e le microdime a lettura analogica consentiranno di rilevare e controllare fessure e dissesti. I dati registrati saranno custoditi e restituiti in modo chiaramente leggibile.

Le indagini endoscopiche condotte con strumenti ottici (sia elettronici che a fibre ottiche) saranno eseguite, mediante fori di piccolissimo diametro, su quei punti mediante i quali si arrecherà il minore danno possibile all'elemento architettonico da indagare; esse consentiranno di rilevare condotti o cavedi di ogni dimensione, canne fumarie, intercapedini o appoggi di solai.

Le prove meccaniche in situ con martinetti piatti verranno eseguite su quei punti mediante i quali si arrecherà il minore danno possibile alla struttura (i ricorsi di malta); tali prove consentiranno di apprendere quali siano i parametri meccanici necessari al consolidamento statico (stato tensionale, deformabilità e resistenza alle varie sollecitazioni).

I carotaggi verranno realizzati in numero strettamente necessario, saranno del diametro minimo previsto per il materiale da indagare e saranno praticati nei luoghi meno invasivi ai fini della preservazione del bene architettonico; verranno realizzati con macchine carotatrici dotate di punta al widian con funzionamento a sola rotazione, in modo da evitare la percussione che avrebbe effetti negativi sulla struttura, e utilizzando acqua per il raffreddamento: saranno adottate tutte le precauzioni necessarie a evitare che l'acqua di raffreddamento diventi fonte di danneggiamento e di alterazione. Tutte le carote estratte saranno numerate e catalogate in appositi contenitori di conservazione.

L'appaltatore dovrà provvedere alla chiusura dei fori mediante un'opportuna iniezione di malta, secondo le prescrizioni della direzione lavori, mentre la superficie del paramento verrà sigillata mediante la porzione più esterna di carota estratta adoperando malta di sigillatura ottenuta attraverso la miscelazione con la polvere risultante dal carotaggio.

Ogni tipo di indagine eseguita dovrà essere documentata con grafici, diagrammi, fotografie e quanto altro sia inerente a ogni specifico tipo di indagine, al fine di ottenere una corretta e completa documentazione dei risultati delle rilevazioni.

## **Ponteggi Generalità**

Il montaggio, l'uso e lo smontaggio dei ponteggi dovrà sempre essere eseguito da personale specificatamente addestrato, provvisto dei necessari dispositivi di sicurezza individuale ed abilitato, in osservanza alle disposizioni del piano operativo di sicurezza



(P.O.S.) e del piano di montaggio, uso e smontaggio ponteggio (P.I.M.U.S.), opportunamente predisposti dalla ditta appaltatrice.

## **Ponteggi metallici**

I ponteggi in elementi prefabbricati componibili o in tubo-giunto dovranno essere sempre realizzati in modo conforme all'omologazione ministeriale che dovrà essere custodita in cantiere, a disposizioni degli organi di controllo, unitamente al disegno esecutivo del ponteggio realizzato.

er ponteggio realizzati in modo non conforme all'omologazione ministeriale, o aventi altezza superiore a m. 20,00, è obbligatorio redigere un progetto strutturale del manufatto, a firma di tecnico abilitato, da custodire in cantiere, a disposizioni degli organi di controllo.

A titolo esemplificativo ma non esaustivo, si ricorda che i ponteggi dovranno sempre essere completi di: basette di ripartizione, spine di bloccaggio tra i montanti sovrapposti, piani di lavoro metallici o in legno di adeguata sezione (in corrispondenza della quota immediatamente sottostante a quella di lavoro, dovrà sempre essere previsto un sottoponte di sicurezza), diagonali in pianta, parapetti anticaduta, elementi fermapiede, scale di salita, ancoraggi a parete in misura e con caratteristiche conformi all'omologazione ministeriale, ecc.

In caso di esecuzione di lavorazioni in facciata la distanza massima tra i piani di lavoro e la facciata dell'edificio deve essere < di cm 20, viceversa, nel caso in cui non siano previste lavorazioni in facciata si dovrà provvedere alla predisposizione di parapetti anticaduta ed elementi fermapiede.

Il corrispondenza dell'ultimo piano utile del ponteggio, dovrà essere predisposto un parapetto anticaduta (rivestito in rete metallica diam. 6 mm e maglia 20x20 cm), avente altezza di m. 1,50 oltre la quota superiore del cornicione di gronda al fine.

Per ponteggio con affaccio su aree pubbliche dovrà sempre essere prevista la realizzazione di una mantovana parasassi e il montaggio delle rete ferma polvere in PVC, oltre che la prescritta illuminazione di sicurezza a luce rossa.

Quanto prescritto dalla vigente normativa dovrà essere predisposto l'impianto di messa a terra e l'impianto contro le scariche atmosferiche.

La presenza di reti ferma polvere in PVC, cartelli pubblicitari di dimensioni > 2,00 mq o di elementi di sollevamento elettrici sul ponteggio determinano l'obbligo di redigere un progetto strutturale del manufatto, a firma di tecnico abilitato, da custodire in cantiere, a disposizioni degli organi di controllo.



## **Trabattelli metallici**

I trabattelli metallici da utilizzarsi in interni ed esterni, rispettivamente con altezza massima di m. 12,00 e 8,00, dovranno essere di tipo omologato e rispettare la normativa UNI HD 1004.

Il personale addetto alle operazioni di montaggio, uso e smontaggio, dovrà essere formato ed abilitato come per il montaggio dei ponteggi comuni.

La movimentazione su ruote dei trabattelli è consentita per altezze fino a m. 6,00.

Per i trabattelli il P.I.M.U.S. è sostituito dal libretto di uso e manutenzione rilasciato dal produttore.

## **Demolizioni, rimozioni e smontaggi**

### **Demolizioni e smontaggi di manufatti strutturali in condizioni di degrado o criticità**

#### **Generalità**

La demolizione di manufatti strutturali o di loro parti, quali porzioni di murature, di orizzontamenti o di sottofondazioni che si presentino in condizioni prossime al crollo o di criticità statica, sia che abbiano un loro pregio storico-artistico sia che siano posti in contiguità di manufatti di valore storico-artistico, dovrà essere eseguita con tutte le necessarie cautele, affinché non venga arrecato danno alcuno alle parti residue le quali, se necessario, saranno contrassegnate per la successiva ricollocazione.

La demolizione dovrà avvenire solo per le parti prescritte dalla direzione lavori.

L'area interessata sarà perimetrata adeguatamente e verranno inoltre assicurati percorsi protetti.

Si provvederà a puntellare le parti del manufatto che non andranno rimosse ma che saranno comunque sottoposte al rischio di sollecitazioni provenienti dalle demolizioni o dalle rimozioni che si dovranno eseguire; l'appaltatore dovrà assicurarsi che non si ingenerino danni o che non si creino condizioni di instabilità strutturale e dovrà garantire altresì l'incolumità pubblica e dei lavoratori, secondo le norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I materiali di particolare pregio o valore provenienti dalle demolizioni saranno accatastati manualmente in luoghi protetti; gli altri materiali, opportunamente bagnati al fine di impedire il sollevamento di polveri, dovranno essere rimossi mediante canalizzazioni verticali: saranno di proprietà della stazione appaltante e, a insindacabile giudizio della direzione lavori, potranno essere riutilizzati nel cantiere dopo eventuale pulitura e scalcinatura.



L'appaltatore avrà cura di accatastare tali materiali in luoghi di deposito evitando eventuali danneggiamenti agli stessi materiali e ai luoghi nei quali si trovano, sia in fase di trasporto che di immagazzinamento e pulitura.

I materiali di scarto saranno rimossi e trasportati in discariche pubbliche a onere e cura dell'appaltatore.

### **Demolizione di strutture murarie di fondazione e in elevazione**

Per demolizioni anche parziali di fondazioni si procederà per tratti, con interventi a mano o con l'uso di piccoli mezzi meccanici in modo da non arrecare alcun tipo di danno alle strutture.

Verranno realizzati preventivamente scavi in trincea, anche questi eseguiti a mano o con piccoli escavatori, avendo cura di non scalzare completamente la fondazione e valutando gli effetti sul piano strutturale delle demolizioni che ci si appresta a eseguire.

Verranno eseguite le opportune sbatacchiature nei cavi e queste saranno controllate periodicamente al fine di valutarne lo stato di resistenza.

Se ritenuto necessario, saranno realizzate opere di puntellatura alle strutture sovrastanti o contigue.

Per demolizioni di murature di qualunque natura si procederà preventivamente con saggi volti a verificarne la reale consistenza: in particolare, prima della loro demolizione, si dovrà appurare se siano apparenti tramezzature, anche realizzate in mattone non pieno, se abbiano o meno funzione di rompitratta o se siano diventate collaboranti nel sostegno di orizzontamenti deformati; in tal caso si dovrà provvedere a una valutazione preventiva dell'orizzontamento e a una eventuale puntellatura.

La demolizione delle murature portanti dovrà essere eseguita dall'alto verso il basso, preferibilmente a mano con l'aiuto di mazzette e scalpelli o di martelli pneumatici a sola rotazione; si potrà lavorare direttamente sulla sommità delle murature solo quando la loro altezza non sarà superiore a 2,00 ml. In ogni caso i ponti di servizio saranno resi indipendenti dalla struttura muraria da demolire.

Durante la demolizione si dovrà tenere conto della possibilità di trovare tirantature annegate nella muratura stessa e si dovrà operare evitando di danneggiarle o alterarne lo stato tensionale, poiché ciò costituirebbe un eventuale rischio per la stabilità della compagine generale della costruzione.

Qualora le murature insistano su sporti o sbalzi, l'appaltatore nell'esecuzione delle opere demolitorie dovrà tenere conto dell'effetto della riduzione dei carichi sulle strutture contigue.

## Demolizione di orizzontamenti

Per eseguire la demolizione di orizzontamenti dovranno essere realizzati ponti di lavoro e opportune opere di protezione per persone e cose, comprese le puntellature delle parti che non andranno demolite.

Si procederà con particolare cura provvedendo a non deteriorare i materiali riutilizzabili, per i quali si provvederà all'accatastamento e alla conservazione in luoghi adeguati: in particolare si avrà cura di smontare con perizia le connessioni tra gli elementi lignei, in modo da evitare danneggiamenti su quelle parti che saranno nuovamente interessate da connessioni.

Verrà immediatamente rimosso il gravame dei materiali e delle macerie sui ponteggi e sugli orizzontamenti sottostanti; si porrà attenzione all'eventualità che ci si trovi in presenza di tiranti annegati nelle solette, per la salvaguardia delle quali andrà adoperata ancora una volta una certa cautela.

Le operazioni che interessano i solai partiranno da quelli posti più in alto e procederanno verso il basso, nel senso contrario al montaggio; verranno rimosse le caldane e il sottostante scempiato (mezzane, tavolati, tavelloni, volterrane, pignatte); successivamente, anche con l'ausilio di apparecchi di sollevamento, si procederà alla sfilatura della carpenteria (travicelli, arcarecci, travi) avendo cura di non fare leva sulle murature.

In presenza di solai già consolidati con interventi di connessioni delle teste delle travi alla muratura, la semplice sfilatura potrà danneggiare la stabilità muraria, pertanto si procederà con adeguata cautela; si potranno eseguire tagli a filo muro rimuovendo successivamente le parti incassate.

Per le coperture si provvederà dapprima allo smontaggio delle torrette di camino e delle canne fumarie e successivamente si provvederà allo smontaggio del manto, procedendo simmetricamente dal colmo verso l'imposta, avendo cura di non deteriorare i materiali; rimossa la caldana verrà smontato lo scempiato (mezzane, tavolati, tavelloni) e poi l'orditura secondaria (travicelli, correntini, mezzanelle) e verranno realizzati appositi tavolati come piani di lavoro, i quali saranno appoggiati sull'orditura principale (se possibile si lavorerà dall'interno, ma in ogni caso si farà uso solo della struttura principale quale piano di lavoro); qualora l'altezza di lavoro superi i 2 m, dovrà essere realizzato un sottopiano oppure si dovranno utilizzare cinture di sicurezza.

L'orditura più importante (arcarecci, travicelli e travi) sarà trattata con particolare cura nello smontaggio, provvedendo alla rimozione dei sistemi di collegamento e di tenuta senza però alterare e danneggiare le parti interessate.

Lo smontaggio di capriate che verranno riutilizzate sarà preceduto da un opportuno rilievo con relativa numerazione delle parti, affinché il rimontaggio sia più agevole.

Le volte previste in demolizione, incluse quelle rampanti di scale, andranno smontate dopo che siano state realizzate le necessarie puntellature sottostanti e le puntellature alle



strutture contigue alle spinte: tali presidi saranno atti a garantire la stabilità compromessa dalla riduzione delle spinte e l'incolumità dei lavoratori. Rimossi i riempimenti sciolti, si procederà sempre dalla chiave verso le imposte con andamento circolare avvolgente, specie per le volte in foglio a crociera e a vela; per le volte a botte si avanzerà per sezioni trasversali a tratti, partendo dalla chiave e procedendo verso le imposte.

Gli sbalzi costituenti cornici, gronde, balconi, gradini e opere simili saranno smontate dopo che siano state adottate le opportune cautele al fine di evitare improvvise cadute di materiali e di elementi costitutivi.

A partire dal momento in cui verranno effettuate le demolizioni soprastanti, prima delle quali la presenza del materiale demolito assicurava condizioni di maggiore stabilità, si dovrà tenere conto dell'instabilità di questi manufatti.

## **Demolizioni, smontaggi e asportazioni di manufatti o elementi non strutturali**

### **Generalità**

La demolizione di manufatti non strutturali o di loro parti, quali intonaci, pavimentazioni, tinte, rivestimenti lapidei e opere simili, sarà eseguita dall'appaltatore con particolare cautela e a partire dalla scrupolosa osservanza delle prescrizioni della direzione lavori.

L'appaltatore dovrà eseguire direttamente, o far eseguire da personale idoneo, piccole campionature e saggi atti a verificare se vi siano o meno strati di pregio più profondi sui quali attuare opere di conservazione; dovrà altresì vigilare affinché le parti rimosse, che saranno recuperate e riutilizzate in cantiere, non subiscano alcun danno. Ove ritenuto necessario, le parti smontate saranno numerate in maniera leggibile e conservate in luogo adeguato per le successive operazioni di pulitura, di trattamento e di conservazione.

### **Pavimenti**

La rimozione di pavimenti di pregio o di valore storico seguirà i criteri dello smontaggio per consentire la successiva pulizia e il rimontaggio (anche in altri luoghi della fabbrica), dando inizio alle operazioni a partire da quei punti sui quali dovessero presentarsi rotture o allentamenti delle fughe; in ogni caso si procederà dando la preferenza a rimozioni a mano con mazzette e scalpelli (per pavimenti in cubetti si potrà procedere mediante leve) rimuovendo solo il pavimento e la malta di allettamento, evitando così il danneggiamento degli strati sottostanti, siano essi precedenti pavimenti oppure strati di solaio contenenti eventuali reti impiantistiche.

Per pavimentazioni monolitiche gettate in opera o per pavimentazioni in battuto e per graniglie disposte con assenza di fughe, qualora dovesse risultare impossibile la rimozione manuale, si adopereranno piccoli mezzi meccanici che effettueranno tagli ravvicinati con



seghe circolari e flessibili e che, su indicazioni disposte dalla direzione lavori, saranno effettuati in punti particolari in modo da consentire la rimozione manuale e il successivo rimontaggio per accostamento secondo corretta direzione e con il minor danno possibile.

Nelle pavimentazioni realizzate con singoli elementi di diverso tipo, dimensione e/o caratteristica disposti secondo disegno, sarà cura della direzione lavori e dell'appaltatore annotare e numerare i singoli elementi e i lati di contatto, al fine di consentirne il successivo corretto rimontaggio.

Le pavimentazioni lignee chiodate saranno smontate rimuovendo le unioni chiodate, anche tramite l'utilizzo di piccole leve, avendo cura di non danneggiarne gli elementi.

### **Rivestimenti lapidei**

La rimozione di elementi lapidei di rivestimento sarà preceduta da adeguato rilievo grafico e fotografico, dalla numerazione dei pezzi e dall'annotazione dei lembi consecutivi nonché da eventuali interventi di pre-consolidamento. Sarà opportuno che le operazioni prendano l'avvio a partire dai pannelli già sconnessi, distaccati o danneggiati o che siano posti in posizione defilata o che non presentino decorazioni, in modo che la loro eventuale perdita non costituisca gravissima mancanza.

Verificato il sistema di ancoraggio al supporto (perni, zanche, chiodature, malte, collanti) si procederà secondo la tecnica più appropriata alla salvaguardia degli elementi e del supporto stesso, avendo cura di controllare che l'ancoraggio riguardi una sola o più lastre accostate: in ogni caso sarà opportuno provvedere all'imbracatura delle singole lastre.

Solo in caso di impossibilità di rimozione manuale o quando le dimensioni delle lastre siano di una certa entità, si potrà procedere con tagli eseguiti con flessibili o con seghe circolari sui punti che risulteranno meno visibili una volta rimontato il rivestimento; per i tagli si sceglieranno i dischi più appropriati in modo che le lastre non abbiano a danneggiarsi sui bordi.

### **Intonaci e modanature ad intonaco**

La rimozione di intonaci sarà preceduta, ove ritenuto necessario, da saggi atti a verificare la presenza di affreschi, tinte e decorazioni di valore storico-artistico.

In caso di bugnati, cornici e modanature a intonaco, prima della demolizione si dovrà procedere al rilievo grafico e fotografico e alla realizzazione di calchi in gesso o in resina che ne consentiranno una nuova realizzazione.

Mediante percussione con le nocche delle dita si individueranno le zone di distacco e le sacche vuote; esse saranno delimitate e diversificate per tipologia di dissesto, si procederà quindi successivamente all'asportazione dall'alto verso il basso e per strati successivi fino alla muratura di supporto, avendo cura di non solcarla o danneggiarla. Le parti di intonaco

molto distaccate saranno rimosse manualmente con presa diretta e, se disposto dalla direzione lavori, conservate per eventuale riutilizzo.

Per le altre superfici intonacate si procederà con mazzetta e scalpello, utilizzando tali utensili in modo da non danneggiare il supporto e da non imprimere dannose sollecitazioni.

Ove ritenuto indispensabile, poiché impossibile manualmente, si potrà procedere con piccoli mezzi meccanici.

## **Tinte**

La rimozione totale o parziale di tinte su superfici intonacate, lignee o metalliche sarà preceduta da prove atte a verificare lo stato di coesione rispetto al supporto. Tali prove saranno eseguite mediante saggi campione del lato di circa 10 cm a loro volta suddivisibili, se ritenuto utile, in sottocampionature per i punti considerati i più adeguati a restituire il quadro generale della consistenza.

La rimozione avverrà mediante spatole, raschietti o bisturi, con la particolare cura necessaria a non danneggiare il supporto. Ove ritenuto idoneo, si potrà procedere a raschiatura dopo trattamento chimico o a fiamma, previa verifica mediante saggiature della resistenza del supporto a tali trattamenti.

Le superfici dovranno essere ripulite dai residui di tinte e da ogni traccia di solventi chimici.

## **Affreschi e mosaici**

La rimozione totale o parziale di opere d'arte aderenti a superfici quali murature o volte, sarà eseguita a strappo o per distacco.

Dovrà provvedere a tale operazione solo personale specializzato che seguirà strettamente le tecniche e le norme esecutive previste, sotto stretta sorveglianza degli organi competenti.

## **Documentazione di cantiere**

### **Documentazione delle lavorazioni di cantiere**

## **Generalità**

Nell'intento di conservare dati che possano contribuire alla formulazione del programma di manutenzione della fabbrica, la direzione lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, avrà cura di annotare in apposite schede di restauro tutte quelle variazioni intervenute in fase esecutiva e tutti i dati relativi ai materiali e ai prodotti adoperati.

Tali schede dovranno essere redatte per ogni elemento architettonico e per ogni tipo di intervento ritenuto rilevante tanto da dover essere sottoposto ad annotazione; esse dovranno contenere ogni riferimento utile all'individuazione di dati necessari per interventi futuri; saranno perciò riportate su queste schede la tipologia di sabbia, di calce, di malte, di intonaci, di miscele e altro, oltre che la composizione, la concentrazione, le percentuali, le sigle commerciali, la modalità di lavorazione e ogni altro elemento necessario alla corretta individuazione dell'intervento da approntare.

Le schede saranno corredate di fotografie, di considerazioni e di commenti effettuati sia in fase di pre- intervento che durante l'intervento e, naturalmente, a conclusione della lavorazione.

Sarà necessario scegliere adeguatamente il tipo di ripresa fotografica e di condizione di ripresa, annotando anche il punto di presa fotografica; sarà utile altresì riportare per ogni foto un righello misuratore atto a individuare la corretta dimensione dell'elemento architettonico.

## **Malte**

### **Generalità**

Le malte che l'appaltatore dovrà utilizzare nei lavori di restauro dovranno essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio da restaurare; dovranno comunque essere annotate e documentate, in apposite schede, la loro composizione e le modalità di confezionamento.

In particolare, tutte le eventuali variazioni o integrazioni effettuate con additivi (oppure con resine o altri prodotti chimici) saranno concordate e specificate dalla direzione lavori, previa autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene.

I componenti delle malte realizzate a piè d'opera, comprese quelle cementizie, dovranno essere mescolati a secco e a ogni impasto dovranno essere misurati sia nel peso che nel volume.

I materiali, le malte e i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi o fusti di peso determinato, a ogni impasto dovranno essere misurati con apposite casse o con appositi contenitori che l'appaltatore dovrà mantenere a sua cura e spese su tutti i piazzali sui quali verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, così come viene estratta con badile dal calcinaio, ma si provvederà ad accurata mescolatura fino a ottenere una pasta omogenea, in modo che la sua misurazione riesca semplice e corretta.

L'impasto dei materiali dovrà essere eseguito preferibilmente a mano, sopra aree convenientemente pavimentate oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.



Per la preparazione di calcestruzzi con malte di calce (di tipo comune oppure idraulico) si confezionerà prima l'impasto della malta secondo le proporzioni prescritte e usando l'acqua necessaria all'impasto, poi si provvederà a stendere la malta sulla ghiaia o sul pietrisco e la si mescolerà fino a ottenere un composto uniforme.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati, gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n. 1086, nel D.M. 14 gennaio 2009, nel D.M. 27 luglio 1985 e con tutte le prescrizioni successive. Potranno essere usate malte confezionate in sacchi o in fusti: tali contenitori dovranno essere perfettamente sigillati e dovranno recare l'indicazione del produttore e dello stabilimento di produzione; dovranno altresì essere riportati altri parametri quali il peso, la classe di appartenenza, le modalità di confezionamento, la quantità d'acqua occorrente per il confezionamento e i valori di resistenza minima dopo i 28 giorni di stagionatura.

Le malte saranno confezionate con sabbie aventi granulometria e natura chimica adeguate all'utilizzo che dovrà farsene e saranno preferibili, senza dubbio, sabbie di tipo siliceo o calcareo (a esclusione di quelle ottenute dalla lavorazione di rocce gessose, marnose o comunque inadatte al caso).

Per l'ottenimento di una malta di buona qualità, inoltre, le sabbie non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose, sostanze ed elementi che potrebbero compromettere le proprietà della stessa malta.

L'impasto delle malte e dei conglomerati potrà essere eseguito sia con mezzi meccanici che manualmente, purché risulti omogeneo nella consistenza e nel colore.

Si provvederà alla preparazione della giusta quantità di impasto, ossia quella quantità necessaria all'impiego immediato, gettando a rifiuto i residui d'impasto non utilizzabili e non utilizzati, a eccezione delle malte e dei conglomerati ottenuti con calce comune riutilizzabili solo nell'arco della giornata di preparazione.

Per l'accettazione e per la determinazione della resistenza a compressione delle malte si farà riferimento al

D.M.3 giugno 1968 e al D.M. 20 novembre 1984.

La classificazione delle malte è definita in rapporto alla composizione in volume, secondo le modalità previste dal D.M. del 9 gennaio 1987.

Classe	Malta	Composizione in parti
M4	Idraulica	Calce idraulica (1); sabbia (3)
M4	Pozzolonica	Calce aerea (1); pozzolana (1)
M4	Bastarda	Cemento (1); calce idraulica (1); sabbia (5)
M3	Bastarda	Cemento (1); calce idraulica (1); sabbia (5); pozzolana (1)
M2	Cementizia	Cemento (1); calce idraulica (0,5); sabbia (4)
M1	Cementizia	Cemento (1); sabbia (3)

Tabella 3 – Classificazione delle malte





Al fine di migliorarne le proprietà plastiche, alla malta cementizia può essere aggiunta una modesta quantità di calce aerea.

Malte confezionate in diverse proporzioni o anche malte ottenute con additivi, possono essere considerate equivalenti a quelle indicate solo se la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori contenuti in tabella 4.

Resistenza media a compressione	Tipi di malta equivalenti
12 N/mm <sup>2</sup> (120 kgf/cm <sup>2</sup> )	M1
8 N/mm <sup>2</sup> (80 kgf/cm <sup>2</sup> )	M2
5 N/mm <sup>2</sup> (50 kgf/cm <sup>2</sup> )	M3
2, 5 N/mm <sup>2</sup> (25 kgf/cm <sup>2</sup> )	M4

Tabella 4 – Tipologie di malta a varia resistenza

### Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla direzione lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

- malta comune: calce spenta in pasta 0,25-0,40 m<sup>3</sup>, sabbia 0,85-1,00 m<sup>3</sup>;
- malta comune per intonaco rustico (rinzafo): calce spenta in pasta 0,20-0,40 m<sup>3</sup>, sabbia 0,90-1,00 m<sup>3</sup>;
- malta comune per intonaco civile (stabilitura): calce spenta in pasta 0,35-0,45 m<sup>3</sup>, sabbia vagliata 0,80 m<sup>3</sup>;
- malta grassa di pozzolana: calce spenta in pasta 0,22 m<sup>3</sup>, pozzolana grezza 1,10 m<sup>3</sup>;
- malta mezzana di pozzolana: calce spenta in pasta 0,25 m<sup>3</sup>, pozzolana vagliata 1,10 m<sup>3</sup>;
- malta fina di pozzolana: calce spenta in pasta 0,28 m<sup>3</sup>, pozzolana vagliata 1,05 m<sup>3</sup>;
- malta idraulica: calce idraulica quintali 3-5 secondo l'impiego, sabbia 0,90 m<sup>3</sup>;
- malta bastarda: malta comune, mezzana di pozzolana, idraulica 1,00 m<sup>3</sup>, agglomerato cementizio a lenta presa quintali 1,50;
- malta cementizia forte: cemento idraulico normale quintali 3-6 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m<sup>3</sup>;
- malta cementizia debole: agglomerato cementizio a lenta presa quintali 2,5-4 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m<sup>3</sup>;
- malta cementizia per intonaci: agglomerato cementizio a lenta presa quintali 6,00 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m<sup>3</sup>;
- malta fina per intonaci: malta comune per intonaco civile (stabilitura), fina di pozzolana, idraulica, vagliate allo staccio fino;
- malta per stucchi: calce spenta in pasta 0,45 m<sup>3</sup>, polvere di marmo 0,90 m<sup>3</sup>;
- calcestruzzo idraulico di pozzolana: calce comune 0,15 m<sup>3</sup>, pozzolana 0,40 m<sup>3</sup>, pietrisco o ghiaia 0,80 m<sup>3</sup>;

- calcestruzzo in malta idraulica: calce idraulica quintali 1,5-3 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m<sup>3</sup>, pietrisco o ghiaia 0,80 m<sup>3</sup>;
- conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.: cemento quintali 1,5-2,5 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m<sup>3</sup>, pietrisco o ghiaia 0,80 m<sup>3</sup>;
- conglomerato cementizio per strutture sottili: cemento quintali 3-3,5 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m<sup>3</sup>, pietrisco o ghiaia 0,80 m<sup>3</sup>.

Tali proporzioni potranno subire modificazioni da parte della direzione lavori e l'appaltatore dovrà attenersi a tali prescrizioni, mostrandosi in grado di saper dare preventivamente, ove fosse necessario, una diversa valutazione del prezzo in ragione di tali eventuali variazioni.

### **Malte additivate**

Nel caso in cui alle malte vengano aggiunte piccole quantità di agenti chimici che possiedano proprietà tali da migliorarne le caratteristiche meccaniche, tali malte vengono definite additivate.

In conformità alle norme uni 7101-72, le malte additivate possono essere di vario tipo:

- malte antiritiro;
- malte espansive;
- malte ottenute con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche;
- malte ottenute con altri additivi.

### **Malte antiritiro**

Le malte antiritiro vengono additivate con riduttori d'acqua: quando occorrono malte con un minore grado di disidratazione e quindi con minore capacità di ritiro (essendo tale ritiro causa di pericolose screpolature che possono favorire l'assorbimento degli agenti inquinanti) è possibile confezionare malte di buona lavorabilità, che vengono additivate con agenti chimici in grado di ridurre il quantitativo d'acqua che invece occorrerebbe di solito; tali riduttori d'acqua sono lattici e può trattarsi di copolimeri in dispersione acquosa formati da finissime particelle altamente stabili agli alcali, modificate mediante specifiche sostanze stabilizzatrici.

In ogni caso, la direzione lavori, in relazione alle necessità di cantiere, stabilirà il tipo e la quantità dei riduttori da adoperarsi, assicurando il riscontro delle seguenti caratteristiche:

- a) basso rapporto acqua cemento;
- b) proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione;
- c) elevata flessibilità e plasticità della malta;
- d) basse tensioni di ritiro;
- e) ottima resistenza all'usura;
- f) elevata lavorabilità;
- g) ottima adesione ai supporti;
- h) elevata resistenza agli agenti inquinanti.



Quanto alla quantità ottimale di additivo da aggiungere agli impasti, si terrà in considerazione anche l'eventuale umidità degli inerti; essa verrà calcolata in relazione al tipo d'applicazione e potrà oscillare, in genere, dai 6 ai 12 litri ogni 50 kg di cemento. In ogni caso il rapporto tra acqua e lattice sarà variabile da 1 : 1 a 1 : 4.

L'appaltatore dovrà provvedere preventivamente alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo, all'interno di un recipiente tenuto a disposizione della direzione lavori per eventuali controlli e campionature.

Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo, il lavoro d'impasto andrà opportunamente prolungato facendo preferibilmente ricorso a mezzi meccanici, come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano; la malta pronta verrà utilizzata immediatamente e sarà vietato rinvenirla con altra acqua per eventuali riutilizzi.

La superficie sulla quale la malta verrà applicata andrà opportunamente preparata: essa dovrà essere solida, priva di polveri e di residui grassi.

Qualora la direzione lavori lo richieda, l'appaltatore dovrà utilizzare come primer una miscela di acqua, additivo e cemento, identica per tipo ma molto più fluida quanto a consistenza.

### **Malte espansive**

Le malte espansive, ossia quelle malte nelle quali l'additivo genera un aumento di volume dell'impasto, dovranno essere utilizzate sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela dei manufatti sui quali si opera.

Tali malte saranno impiegate in tutte quelle lavorazioni nell'ambito delle quali sono previsti interventi di iniezioni con malte fluide quali sottofondazioni, sottomurazioni, murature, volte e cupole, strutture murarie. Sarà necessario approntare prove atte a verificarne gli effetti prima di eseguire le lavorazioni per intero, tenendo sempre sotto controllo il regime di espansione anche in relazione al ritiro.

La preparazione di queste malte prevede che si mescolino in condizioni secche (ossia senza acqua) in betoniera legante, inerti e agenti espansivi in polvere, in una quantità media di circa 10-40 kg/m<sup>3</sup> di malta, salvo diverse indicazioni di progetto o di prescrizioni specifiche da parte della direzione lavori. Dopo la mescola, l'appaltatore aggiungerà acqua in proporzione adeguata.

Qualora l'agente espansivo non sia del tipo in polvere ma sia di tipo liquido, prima di aggiungerlo alla mescola secca (inerti/legante) dovrà essere sottoposto a una prolungata miscelazione in acqua e un campione, insieme alle schede tecniche del produttore, dovrà sempre restare disponibile per eventuali controlli e campionature da parte della direzione lavori.

La stagionatura dovrà avvenire in ambiente umido, pertanto sarà cura dell'appaltatore fare in modo che ciò avvenga, evitando eccessi di ventilazione o di soleggiamento oppure procedendo a mantenere umide le condizioni ambientali. In ogni caso sarà sempre preferibile usare additivi provenienti da una sola ditta produttrice e richiedere sempre la consulenza tecnica del produttore.

Gli agenti espansivi dovranno assicurare, in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0,04 a 0,12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3,5 MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura.

### **Malte ottenute con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche**

Le malte con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche dovranno essere utilizzate sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela.

Queste malte saranno impiegate in tutte quelle lavorazioni nell'ambito delle quali la malta, una volta indurita, dovrà non solo possedere i requisiti di resistenza localizzata nelle tre direzioni ma dovrà anche migliorare tale capacità di resistenza; dovrà inoltre essere in grado di ridurre il ritiro, perciò si dovrà assicurare una tessitura all'interno a maglia tridimensionale.

La preparazione avverrà mediante l'uso di fibre (metallo, nylon o polipropilene a struttura reticolare 15-20 micron) particolarmente resistenti che, durante la miscelazione degli impasti, si apriranno distribuendosi uniformemente. La loro resistenza a trazione dovrà attestarsi intorno a 400 N/cm<sup>2</sup> con allungamento massimo prima della rottura intorno al 10-13% (modulo d'elasticità intorno a 500.000 N/cm<sup>2</sup>).

Le fibre dovranno avere altresì proprietà di inerzia chimica, in modo da poter essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; dovranno essere esenti da fenomeni di corrosione o deterioramento; dovranno essere atossiche e in grado di non alterare la lavorabilità delle malte.

### **Malte ottenute con altri additivi**

Le malte potranno essere additivate con prodotti acceleranti o ritardanti al fine di ottenere variazioni nella presa e nell'indurimento.

Potranno essere utilizzati additivi fluidificanti, plastificanti o aeranti in modo da ottenere il miglioramento delle proprietà inerenti la lavorabilità, l'omogeneizzazione e la resistenza alle condizioni igrometriche e alle eventuali variazioni di temperatura.

Tutto ciò dovrà avvenire sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela.

## **Malte additivate preconfezionate**

Nella preparazione manuale delle malte additivate potranno verificarsi errori, anche modesti, nei dosaggi, con nocumento ai materiali del bene oggetto di intervento e ciò a causa soprattutto dell'incontrollabilità della percentuale di espansione della malta stessa dopo la posa.

In caso fossero indispensabili dosaggi rigorosi, si dovranno preferire malte preconfezionate grazie all'accuratezza con la quale sono controllate nelle parti e nella granulometria; esse dovranno essere confezionate con controllo automatico e elettronico, in modo che nella miscelazione gli inerti vengano selezionati secondo una curva granulometrica ottimale e i leganti e gli additivi chimici vengano rigorosamente dosati.

L'appaltatore farà preparare le malte secondo le indicazioni specifiche inerenti il tipo di malta, in adeguati recipienti e con gli appositi strumenti elicoidali, in modo da ottenere un impasto omogeneo e della giusta consistenza; in particolare, nell'aggiungere l'acqua necessaria a migliorare la lavorabilità, si atterrà alle quantità indicate nelle istruzioni.

Nei casi in cui lo richiedano le condizioni ambientali e climatiche, su specifiche indicazioni della direzione lavori potranno essere modificati i quantitativi d'acqua da aggiungere all'impasto.

L'appaltatore preparerà la malta utilizzando quantitativi tali da poter essere messi in opera nell'arco di 30- 60 minuti, gettando a rifiuto la malta non più utilizzabile poiché assolutamente inefficace una volta trascorso detto lasso di tempo.

Nel corso delle operazioni di predisposizione delle malte dovrà prelevare, in presenza e a richiesta della direzione lavori, i campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate utilizzate, in modo da produrre quelle prove e quelle analisi che saranno necessarie sia durante il corso dei lavori che in fase di collaudo.

Potranno essere utilizzate malte premiscelate solo se ogni fornitura sarà accompagnata dalla dichiarazione/documentazione del fornitore attestante il gruppo di appartenenza della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli altri eventuali additivi; nei casi in cui la malta non rientri nelle classificazioni ordinarie e riconosciute, il fornitore dovrà produrre le certificazioni necessarie, redatte secondo prove ufficiali attestanti le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

## **Conglomerati di resina sintetica**

I conglomerati di resina sintetica potranno essere utilizzati all'occorrenza su indicazione della direzione lavori, nonché sotto la sorveglianza degli organi preposti alla tutela del bene.

Il loro confezionamento avverrà miscelando in specifiche betoniere, utilizzate solo per tali prodotti, gli inerti richiesti (per esempio sabbie di quarzo), resine sintetiche e prodotti indurenti nella misura e secondo le modalità specificate dalla ditta produttrice, in modo che

la malta risultante posseda un buon grado di lavorabilità sia alle alte che alle basse temperature, sia con alto che con basso tasso di umidità.

Le temperature più adatte in ogni caso non saranno inferiori ai 15°C e l'umidità relativa migliore sarà compresa tra il 40% e il 60%.

Nella preparazione di tali conglomerati si dovranno sempre rispettare le norme previste per la salvaguardia e la salute degli operatori.

Per garantire il mantenimento delle proprietà elencate in progetto, il rapporto resina-indurente prescritto sulle schede tecniche dovrà essere rigorosamente rispettato, con tolleranze che non possono in alcun modo superare il 10%; anche l'accelerazione del processo di indurimento non potrà ottenersi aumentando le quantità di prodotto indurente: in tal caso infatti la qualità della miscela verrebbe irrimediabilmente compromessa e la stessa dovrebbe essere gettata a rifiuto.

Le parti da trattare dovranno essere preventivamente preparate con un'operazione di accurata pulizia; se necessario, saranno anche allargati i lembi interessati e trattati con i prodotti prescritti dalla ditta produttrice. Una volta messi in opera, tali conglomerati dovranno acquisire le proprietà richieste in tempi di presa contenuti e dovranno essere in grado di penetrare capillarmente, in modo da assicurare la saturazione (in particolare quella delle parti a contatto).

A indurimento avvenuto, dovranno mostrare elevate proprietà di adesione e di resistenza meccanica e chimica anche in presenza di umidità.

In relazione al tipo di utilizzo che se ne farà in cantiere si potrà variarne la fluidità, sempre che ciò non ne alteri la capacità di resa finale.

### **Malte di calce per integrazioni**

In linea di principio, le malte da utilizzare per interventi di restauro e di recupero dovranno essere realizzate con modalità e composizioni del tutto simili a quelle preesistenti in opera sulle parti d'interesse storiche che compongono il manufatto. Saranno perciò condotte tutte le indagini e le analisi necessarie a individuare i vari componenti e i dosaggi, anche in relazione agli eventuali vari strati che, anche in tempi differenti, sono stati realizzati.

Le nuove malte dovranno pertanto essere compatibili con il supporto e con le parti contigue, dovranno essere molto lavorabili in modo da adattarsi alla conformazione delle parti da integrare, dovranno avere un grado di resistenza inferiore rispetto a quello delle parti da collegare e dovranno essere lavorate in modo che non si abbiano a creare microfratture e cavillature dannose ai fini della conservazione.

Per la miscelazione si adopereranno contenitori puliti e si procederà utilizzando piccole macchine impastatrici oppure manualmente, avendo cura di preparare poche quantità per

volta, ossia la quantità giusta per una messa in opera senza grandi pause e di gettare a rifiuto quanto non sia stato utilizzato.

La misurazione delle quantità da utilizzare sarà condotta con estrema cura e l'acqua sarà necessaria al fine di ottenere la densità giusta per una corretta lavorazione, in particolare per ben amalgamare i componenti e i pigmenti al fine di ottenere una miscela lavorabile e omogenea.

Nel caso si faccia uso di grassello di calce, questo dovrà essere preventivamente stemperato con acqua, che servirà a renderlo fluido per la miscela degli inerti, i quali saranno aggiunti a partire da quelli a minore granulometria.

Gli inerti, denominati anche cariche, costituiranno il corpo delle malte.

Essi potranno essere: ghiaia e pietrisco a diverse granulometrie, sabbie, anche queste con diverse granulometrie, pietra macinata fino a raggiungere la consistenza della polvere, pozzolana, cocchiopesto, caolino.

I leganti saranno costituiti da:

- calce aerea (CaO e MgO, composta prevalentemente da ossido di calcio con l'aggiunta di piccole parti di magnesio, alluminio, silicio, ferro ottenuti per calcinazione di rocce) in commercio sottoforma di calce viva o di calce idrata spenta mediante acqua. A seconda della procedura di spegnimento si avrà la calce idrata in polvere (usata come base per stucchi lucidi, intonaci interni e tinteggiature), il grassello di calce (per malte di allettamento, di intonaco e di stuccatura), il latte di calce (per tinteggiature, velature e scialbature);
- calce idraulica naturale (nhl), ottenuta per cottura a bassa temperatura di marne naturali (o calcari) poi spente e macinate. Garantiscono la presa anche in presenza di acqua e sono prive di sali solubili;
- cemento bianco, simile al cemento Portland e ottenuto per cottura di marne, privo di ossidi di ferro e di manganese (adatto in piccole quantità per integrare malte di calce aerea per tonachini, sagramature, copertine, teste di muri, ecc.). L'acqua adoperata per la formazione della malta dovrà essere dolce e pulita, priva di residui grassi e sali.

A seconda dei casi e delle disposizioni di cantiere, l'appaltatore formulerà la malta più adatta, scegliendo il legante più giusto e miscelandolo con gli inerti prescritti.

Se previsto dalla direzione lavori, al fine di ottenere delle migliorie, si potrà fare un modesto uso di additivi chimici, quali fluidificanti per migliorare la miscelazione, acceleranti o ritardanti della presa, porogeni e aeranti per creare bolle d'aria o espansivi per eliminare il ritiro.

## **Conservazione e integrazione delle murature**

### **Generalità**

Nei lavori di conservazione, restauro e integrazione l'appaltatore adopererà ogni cautela nell'intervenire sulle murature d'interesse storico, evitando interventi aggressivi che potrebbero pregiudicare l'integrità di eventuali apparati decorativi nascosti e privilegiando quegli interventi volti a conservare gli apparecchi murari esistenti.

Nel caso in cui precise ragioni strutturali richiedano interventi di integrazione muraria, egli farà uso di tecniche e di materiali tradizionali il più possibile compatibili con quelli esistenti, evitando così dannose discontinuità fisiche, chimiche e meccaniche che potrebbero pregiudicare lo stato dei materiali e la buona conservazione del manufatto nel tempo.

Verranno interessate dalle operazioni di conservazione, restauro e integrazione esclusivamente quelle porzioni di paramento nelle quali l'apparecchio murario si presenterà dissestato, privo di ammorsature o in cui si rivelerà la presenza di vuoti e cavità.

Prima di intervenire, sentita la direzione lavori e in sintonia con le disposizioni degli organi preposti alla tutela del bene, l'appaltatore si adopererà al fine di effettuare saggi conoscitivi sulle superfici murarie intonacate, rimuovendo gli strati superficiali a partire dalle tinte fino ad arrivare alla muratura nuda.

Tali indagini saranno eseguite a campione e consentiranno di verificare l'eventuale presenza di dipinti e di decori e di riportare alla luce le tinte originarie; il rinvenimento di ogni stato sarà opportunamente annotato in specifiche schede.

All'occorrenza, saranno eseguite altre indagini (preferibilmente non distruttive) per conoscere meglio l'edificio, in particolare le sue tecniche costruttive, i componenti e i materiali delle varie parti delle membrature che lo compongono, ricorrendo anche ad analisi chimico-fisiche (se queste dovessero rendersi necessarie), specie per quanto attiene le malte.

### **Risarcitura di murature**

La risarcitura di murature, comunemente detta scuci-cuci, in relazione alla muratura (sia in pietra che in mattoni) sarà eseguita nei casi in cui la consistenza della stessa dovesse presentare porzioni non più recuperabili perché deteriorate da erosioni e da lacune superficiali o perché fratturate da lesioni più o meno profonde; l'intervento sarà perciò utile nei casi in cui la muratura non fosse più in grado di assolvere, anche solo puntualmente, alle sue funzioni statiche e meccaniche.

L'operazione di risarcitura potrà interessare sia gli strati superficiali che tutto lo spessore della muratura. L'intervento sarà eseguito con estrema cautela e ridotto al minimo



indispensabile, così da lasciare quanto più possibile in opera il materiale esistente, purché esso si trovi in un buono stato di conservazione e offra buone possibilità di utilizzo.

Dopo aver individuato e delimitato le aree di intervento, le sarciture saranno eseguite sostituendo gradualmente le parti danneggiate e ammalorate con le parti nuove, secondo una logica di conservazione dei minimi equilibri resistenti; verranno perciò eseguiti piccoli strappi e piccole brecce, se necessario presidiando le parti, e si provvederà immediatamente a riempire tali vuoti con mattoni murati con malta adeguata, la composizione dei quali sarà disposta dalla direzione lavori.

Nella posa dei nuovi conci di pietra o dei mattoni, i quali saranno accuratamente tenuti a bagno al fine di ridurre il dannoso assorbimento dell'acqua contenuta nella malta, si avrà cura di creare le necessarie ammorsature con la muratura esistente, assicurandosi che i mattoni della nuova muratura siano ben connessi e collegati tra di loro.

Tali ammorsature, oltre che nel piano del paramento, dovranno essere realizzate a quinconce anche nello spessore, con funzione di diatoni, in modo da garantire una sezione resistente ben connessa e compatta.

A ciò servirà anche l'inserimento di cunei di legno tra la nuova e la vecchia muratura, così da mettere in carico quest'ultima e consentire l'assorbimento del ritiro della malta; i cunei saranno estratti a ritiro avvenuto e sostituiti con una fila di conci o di mattoni murata con malta fluida fino a rifiuto.

### **Risarcitura e fissaggio di paramenti murari lapidei**

In presenza di paramenti murari storici deteriorati, specie se a vista, di qualunque materiale essi siano e con qualunque tecnica siano stati eseguiti, l'appaltatore dovrà intervenire pulendo innanzitutto le superfici a vista da ogni corpo estraneo presente e, solo successivamente, procedendo alla rimozione manuale o con piccoli mezzi dei singoli elementi sconnessi e labili, evitando danneggiamenti e rotture.

L'appaltatore eseguirà questa operazione per piccoli cantieri solo dopo aver accuratamente fotografato e annotato lo schema dell'apparecchio murario e averne numerato i singoli elementi; ogni parte estratta dovrà essere accuratamente pulita e lavata con acqua e sarà necessario inoltre preparare i letti di posa.

Gli elementi rimossi non più utilizzabili, poiché degradati e danneggiati, saranno sostituiti da identico materiale prelevabile in cantiere, in modo che ne vengano conservate le caratteristiche chimico-fisiche.

La cavità verrà accuratamente pulita e spazzolata e, se necessario, lavata per eliminare le polverosità; dopo aver confezionato la malta, che dovrà essere il più possibile simile a quella originaria e realizzata in ogni caso a base di calce naturale o di tipo idraulico naturale con eventuale aggiunta di sabbia silicea, cocchiopesto o pozzolana, gli elementi del paramento verranno rimessi in opera nella posizione originaria, avendo cura di inserirli



anche a tergo del paramento stesso. Eventuali additivi per i lavaggi e per le malte dovranno essere usati solo su espressa richiesta della direzione lavori.

Nel caso in cui siano presenti distacchi tra il paramento e il nucleo della muratura, l'appaltatore procederà mediante iniezioni di malta fluida dello stesso tipo adoperato per le committure o di altro tipo se indicato dal direttore dei lavori; potranno altresì rivelarsi necessari piccoli interventi di ancoraggio o di zancature del paramento lapideo e di apparati decorativi al nucleo murario, purché se ne faccia un uso limitato facendo ricorso a microbarre di acciaio inox del diametro adeguato (il più piccolo possibile) inserite all'interno di microperfori eseguiti con trapani a sola rotazione, fino al raggiungimento del nucleo di ancoraggio. All'interno dei perfori verrà iniettato idoneo materiale fluido (malta o resina, su disposizione della direzione lavori). La stuccatura dei giunti verrà eseguita adoperando malta di calce e inerti del tipo e della granulometria simile a quella esistente; se necessario verranno aggiunti alla malta e agli inerti cocchiopesto o polvere di marmo.

In caso di lacune del paramento o di impossibilità di recupero del materiale, sarà necessario utilizzare in via prioritaria analogo materiale di recupero; in caso di mancata disponibilità, si procederà adoperando materiale nuovo e il più possibile simile all'originale.

Nella logica generale dell'intervento, in sintonia con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela, si procederà mantenendo leggibile l'integrità complessiva della compagine architettonica e differenziando, a seconda del caso, le nuove integrazioni con giunti sottosquadro, con lavorazione superficiale differente, ecc.

### **Integrazioni di paramenti murari a vista**

Le integrazioni di paramenti murari a vista verranno condotte con procedura ricostruttiva: pertanto verranno eseguiti un rilievo geometrico e un rilievo fotografico oppure fotogrammetrico del prospetto del paramento e un rilievo analitico esteso in profondità, tramite eventuali indagini e accertamenti diagnostici, ampliando l'operazione anche alle superfici contigue.

I risultati cui si approderà daranno la possibilità di individuare la forma e le dimensioni dei conci o degli elementi da reintegrare, così da predisporre adeguatamente gli elementi nuovi; dalle indagini saranno ricavate anche le informazioni relative alla posa e alle ammorsature che saranno quindi riproposte.

In accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, la finitura superficiale potrà essere del tutto simile a quella precedente o differenziata secondo le modalità disposte.

Se necessario, l'appaltatore eseguirà le opere di messa in sicurezza o di protezione ritenute indispensabili e successivamente, procedendo per cantieri preferibilmente dal basso, provvederà a rimuovere i conci degradati e a sostituirli con quelli nuovi, previa pulitura del



piano di allettamento mediante spazzole o piccole scope e, se necessario, mediante lavaggi veloci.

Potrà rivelarsi utile, sempre procedendo per cantieri, posare a secco i conci mediante l'utilizzo di cunei sostitutivi dei giunti, in modo che si possa valutare il risultato formale della composizione del nuovo paramento prima di murarlo con la malta.

Se ritenuto utile, si potranno realizzare fissaggi con perni metallici o zanche in acciaio inox.

La malta sarà predisposta secondo le indicazioni della direzione lavori, tramite l'utilizzo di calce idraulica caricata con idonei inerti, scelti in relazione ai giunti esistenti mentre la stilatura verrà accuratamente eseguita con grassello di calce e inerti a grana fine.

### **Protezione delle teste dei muri**

Al fine di garantire la conservazione delle murature libere, la parte sommitale delle stesse dovrà essere protetta dagli effetti disgreganti e distruttivi degli agenti atmosferici mediante superfici di sacrificio. L'appaltatore provvederà all'eliminazione della vegetazione infestante, muschi e licheni, avendo cura di verificare che nessun apparato radicale resti immerso nella muratura; se necessario procederà anche con l'uso di biocidi.

L'appaltatore eseguirà sui cimali la pulizia con spazzole di saggina e con aspiratori e quindi tutte le sarciture, le integrazioni, le ricostruzioni e le stuccature necessarie secondo quanto già descritto precedentemente; predisporrà inoltre la superficie in modo da eseguire una protezione che risulti spianata. Confezionerà una malta idraulica naturale composta interamente da calce idraulica (che potrà sostituire in parte con grassello di calce), cocchiopesto, sabbia vagliata o pozzolana e altri inerti del tipo e della dimensione richieste dalla direzione lavori, quali ad esempio tritume di pietre a varia granulometria e pezzatura del tipo identico o simile alla muratura, nel rapporto inerti-legante 3 : 1.

Tale conglomerato verrà posato in opera a strati successivi: si inizierà a sigillare la tessitura muraria della cresta del muro e si procederà successivamente dando un adeguato andamento alla superficie finale, che potrà risultare a bauletto, a capanna o a una sola pendenza; in ogni caso dovrà essere in grado di garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e la tenuta nel tempo.

Se necessario, alla base della malta di sacrificio potrà essere inserita una lamina di piombo o uno strato di cartonfeltro bitumato con funzione impermeabile; la posa di tessuto non tessuto avrà invece effetto antiradice.

Per muri di una certa lunghezza sarà previsto l'utilizzo di interruzioni con funzione di giunti.

La finitura superficiale del bauletto protettivo sarà ottenibile anche tramite l'infissione di pietre la cui dimensione e la cui tipologia saranno quelle indicate dalla direzione lavori, avendo cura di tenere bagnata la malta affinché non si verifichino ritiri eccessivi e la

possibilità di infiltrazioni, specie in corrispondenza dei sassi. Eventuale utilizzo di additivi antiritiro dovrà essere concordato con la direzione lavori.

### **Rifacimento dei giunti di malta**

La conservazione delle murature sarà garantita anche da interventi di ristilatura dei giunti.

L'appaltatore dovrà eseguire adeguate analisi chimico-fisiche sui giunti esistenti, in modo da individuare i vari tipi di componenti e la granulometria che posseggono.

Nei manufatti storici, nella maggior parte dei casi, sarà necessario intervenire rimuovendo i giunti incongrui per tipo e materiale nonché eliminando quelli non più compatti, in modo da liberare e ripulire gli elementi che costituiscono la muratura.

Se necessario si farà uso di scalpelli, in modo da non danneggiare i materiali.

Le superfici, dopo accurata pulizia, verranno anche meticolosamente lavate, dopo di che si procederà alla posa dei vari strati dei giunti.

La malta di arriccio verrà preparata con calce idraulica e sabbia vagliata, possibilmente del tipo già in opera, e verrà posata con adeguate spatole in modo da evitare danneggiamenti alle superfici del paramento.

Lo strato di finitura, sulla scorta delle indagini effettuate, verrà preparato in modo da risultare del tutto simile a quello esistente e prima della posa verranno eseguite apposite campionature di verifica sulla colorazione e sulla consistenza sì da risultare, a lavoro finito, affine ai giunti preesistenti; saranno adoperati grassello di calce e sabbia additate con cocciopesto o polvere di marmo nelle proporzioni necessarie; infine eseguirà un trattamento con spugna bagnata. L'utilizzo di qualsiasi altro additivo dovrà essere disposto dalla direzione lavori, previo parere degli organi preposti alla tutela del bene.

### **Consolidamento delle murature**

#### **Generalità**

Gli interventi di consolidamento murario saranno volti a migliorare le prestazioni statiche e antisismiche dei manufatti edilizi, i quali dovranno conservare la compagine, la configurazione e la funzione strutturale storica iniziale; tali interventi saranno approntati in modo da salvaguardare e conservare le testimonianze della tradizione edilizia e costruttiva evitando ogni dannoso stravolgimento sia sul piano strutturale che tecnico-costruttivo e escludendo quindi metodi e tecniche lontane dalla tradizione specifica che possano generare eventi dirompenti e alterativi di una condizione stratificata e stabilizzata.



Dovranno preferirsi interventi compatibili con la tutela del bene, eventualmente reversibili e riconoscibili all'interno di una compagine generale di coerenza architettonica. Sarà necessario, pertanto, completare e approfondire tutte quelle indagini che, non realizzate in fase di pre-cantiere per assenza di condizioni favorevoli, saranno invece fondamentali per approdare a una conoscenza compiuta del manufatto architettonico.

Sia sul piano strutturale che sul piano costruttivo, su disposizione della direzione lavori, potranno essere eseguiti saggi esplorativi anche all'interno degli spessori murari o in prossimità di lesioni e di giunti costruttivi, sì da approfondire la conoscenza sui vuoti e sulle lacune, sulla qualità e sulla consistenza muraria evitando il più possibile interventi distruttivi; le risultanze di tali approfondimenti di indagine saranno registrati in apposite schede unitamente a ogni informazione utile circa le stratificazioni e i mutamenti antropici subiti dalla costruzione.

Qualora tali approfondimenti introducano variazioni delle condizioni poste a base del progetto, in accordo con la direzione lavori, dovranno essere messi in atto correttivi adeguati.

Nell'esecuzione di tali interventi le "Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, anno 2006" costituiranno un valido riferimento.

Gli interventi di consolidamento dovranno, quindi, tenere conto della natura del materiale, delle malte di allettamento, della tecnica del murare messa in opera, della sezione della muratura, dei vuoti rilevati, ecc.

Nel caso si verificano accelerazioni di dissesti, questi dovranno essere monitorati e/o presidiati secondo i principi e i criteri indicati nel paragrafo specifico.

Le murature saranno consolidate, ove possibile, secondo le modalità contenute:

- nel D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- nel D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 n. 198 "Normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiate dal sisma nelle regioni Basilicata Campania e Puglia";
- nelle circolari ministeriali n. 21745 del 30 luglio 1981 "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione e il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiate dal sisma";
- nel D.M. 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 30787 del 4 gennaio 1989, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- nella circolare del Ministero dei LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica".



## Consolidamento mediante iniezioni di legante di malta non armate

Le iniezioni di leganti serviranno a riempire vuoti e lacune (nel caso in cui non fossero colmabili diversamente) prodotte da dilavamenti e percolamenti di acque meteoriche o derivanti dalla messa in opera della tecnologia costruttiva cosiddetta a sacco; sarà l'appaltatore a individuare le parti sulle quali intervenire mediante queste iniezioni.

Questa operazione di delimitazione verrà eseguita su indicazione della direzione lavori anche dopo eventuali indagini più o meno complesse, indagini che potranno andare dalla semplice percussione fino a quelle a ultrasuoni, ma che saranno sempre e comunque di tipo non distruttivo.

L'appaltatore approfondirà la conoscenza del tipo di malta già impiegata in opera e, sulla base dei dati acquisiti a riguardo, predisporrà la composizione della nuova miscela.

Verranno eseguite preventivamente iniezioni-campione in maniera da verificare la capacità di penetrazione della malta, la sua consistenza e gli effetti che è in grado di dispiegare; tali campioni saranno numerati e registrati sulle apposite schede, sulle quali verrà riportato il tipo di miscela, la data di esecuzione e ogni altra informazione utile a esprimere una valutazione.

Le perforazioni verranno eseguite su entrambe le facce (preferibilmente in corrispondenza dei giunti di malta) fino alla metà almeno dello spessore del muro, adoperando strumenti a sola rotazione dotati di punta ad alta durezza. Nel caso di piccoli spessori (al di sotto dei 60-70 cm), si potrà intervenire su una sola faccia. Le perforazioni avranno andamento leggermente inclinato (massimo del 10%, solo per murature di mattoni pieni l'inclinazione sarà del 45%), in modo da agevolare l'afflusso della malta; all'interno dei perfori saranno inserite e sigillate le cannule che accoglieranno i bocchigli di iniezione e che consentiranno alla miscela in esubero di fuoriuscire.

Al fine di evitare che la miscela iniettata possa fuoriuscire dai paramenti, giunti, sconnessioni e fratture sui due paramenti dovranno essere sigillate anche temporaneamente (in alcuni casi potrà adoperarsi anche stoppa o altro materiale removibile).

Per murature a tessitura incerta, sarà preferibile non rimuovere l'intonaco prima delle iniezioni.

Prima di iniettare il legante, preferibilmente il giorno prima, la muratura verrà saturata con acqua pura e demonizzata: sarà così possibile verificare l'esistenza di eventuali fratture invisibili sulle quali verranno eventualmente eseguite le sigillature temporanee, in modo da evitare la muratura, a causa della propria secchezza, assorba immediatamente la malta iniettata bruciandola.

La miscela sarà una boiaccia ottenuta da grassello di calce o da calce idraulica con aggiunta di inerti quali sabbia, pozzolana e cocchiopesto molto fini, così da ottenere una miscela fluida e priva di sali solubili.



Se previsto in progetto o dalla direzione lavori, potrà essere additivata da prodotti fluidificanti (per esempio gluconato di sodio) e antiritiro (per esempio polvere di alluminio), così da evitare fenomeni di segregazione e ritiri eccessivi.

A seconda del tipo di muratura e dei vuoti presenti, seguendo le prescrizioni in progetto e le disposizioni della direzione lavori, le iniezioni potranno essere diffuse (2-3 ogni metro quadrato, disposte preferibilmente a quinconce, preferendo diametri piccoli per un numero maggiore di perfori) oppure localizzate in prossimità dei vuoti accertati; esse saranno eseguite a bassa pressione (0,5-1,5 atm) con pompe manuali o automatiche dotate di manometro, procedendo dal basso verso l'alto e dalle estremità verso il centro, aumentando la pressione man mano che si procede verso l'alto.

Solo nei casi di murature fortemente deteriorate si potranno eseguire iniezioni a gravità, inserendo degli imbuti e lasciando cadere all'interno delle murature stesse la miscela fino a esaurimento del contenuto e provvedendo al successivo rabbocco fino a saturazione; sarà possibile in questi casi anche fare uso di casseformi con interposta guaina.

In alcun modo il paramento dovrà essere deteriorato dalla malta e, pertanto, si provvederà immediatamente alla pulitura delle sbavature mediante spugna assorbente imbevuta di acqua deionizzata.

Alla fine delle iniezioni e dopo la presa, sarà opportuno oltre che utile effettuare rilevazioni del comportamento della muratura interessata.

### **Consolidamento mediante iniezioni armate**

I consolidamenti mediante iniezioni armate saranno realizzati, solo quando non siano possibili altri interventi risolutivi, in punti localizzati al fine di rinforzare cantonali o connessioni d'angolo (a T o a croce) di murature, pareti lesionate, ammorsature.

Le iniezioni armate serviranno al rafforzamento della muratura mediante un reticolo interconnesso di cuciture metalliche in grado di aumentare la resistenza agli effetti di trazione, pressoflessione e taglio. Verranno realizzati perfori di diametro adeguato per permettere l'inserimento dell'armatura con i suoi distanziatori, i quali serviranno a evitare l'eccentricità dell'armatura rispetto al foro e a procedere con la successiva iniezione della malta; tali distanziatori avranno un andamento inclinato del 45%, lunghezza adeguata allo spessore del muro e distanza reciproca di 40-50 cm.

Le barre saranno zincate di diametro 12-20 mm a aderenza migliorata; ancora più vantaggioso l'utilizzo di acciaio inox filettato del tipo AISI 316L di diametro adeguato.

Al fine di migliorare l'aderenza della malta, tali barre potranno essere opportunamente coperte con adeguata biacca; in presenza di murature di modesto spessore questo intervento andrà evitato, in quanto si rivelerebbe inefficace.

Per quel che attiene a tutte le altre operazioni di preparazione del supporto murario e delle malte, per effettuare le iniezioni e le altre operazioni necessarie a dare l'opera finita a regola d'arte, varranno le considerazioni già espresse in precedenza.

Se previsto in progetto le barre di armatura potranno essere del tipo frp, purché rese preventivamente rugose al fine di migliorarne l'aderenza e la resistenza chimica all'interno delle condizioni murarie. Nel caso in cui si rendesse necessaria una maggiore elasticità, si preferiranno barre in vetro o in aramide.

### **Consolidamento mediante intonaco o paretine armate**

Gli interventi di consolidamento mediante intonaco o paretine armate saranno eseguiti sulle due facce di murature particolarmente degradate o con lesioni diffuse (se di impossibile sostituzione e purché prive di particolari valenze storico-artistiche e architettoniche), delle quali potranno migliorare la sezione resistente mediante lastre verticali di placcaggio in malta idraulica, armate con reti in acciaio inossidabile o acciaio zincato elettrosaldato posate su ambo i lati, purché collegate da elementi metallici passanti attraverso lo spessore del muro.

L'appaltatore rimuoverà l'intonaco e pulirà in profondità i giunti e le superfici murarie; disporrà la rete le cui maglie avranno le dimensioni prescritte minimo 10 x 10 cm e massimo 20 x 20 cm, effettuando le opportune sovrapposizioni di almeno 20 cm e i risvolti trasversali in corrispondenza di imbotti e angoli murari. Eseguirà le perforazioni passanti attraverso lo spessore del muro (4-6 ogni m<sup>2</sup>) facendo uso di trapani a sola rotazione.

Le barre in acciaio inox filettato o zincato a aderenza migliorata avranno diametro compreso tra i 4 e gli 8 mm e sporgeranno di circa 10 cm su ogni lato e, legate alla rete e ripiegate a uncino, costituiranno le spillette di collegamento; per migliorare l'aderenza potranno essere trattate superficialmente con boiaccia passivante. La rete potrà anche essere realizzata in opera mediante uso di tondini oppure sostituita con maglie di materiale polipropilenico adeguato al tipo di intervento: tale intervento sarà efficace se l'appaltatore adopererà tutte le precauzioni necessarie, in particolar modo nella posa della rete che dovrà essere distanziata di alcuni cm dalla parete, in modo da garantire una posizione baricentrica all'interno della sezione della paretina di placcaggio.

La malta sarà realizzata con calce idraulica naturale miscelata con inerti quali cocchiopesto, pozzolana, metacaolino, e sabbie silicee, evitando l'uso del cemento in quanto meno lavorabile e meno traspirante.

La muratura sarà opportunamente imbibita di acqua fino a saturazione, dopo di che si procederà alla posa della malta per strati successivi fino a raggiungere la superficie finale, avendo cura di riempire ogni vuoto a tergo della rete.





Per spessori fino a 3 cm la posa avverrà a spruzzo; da 3 a 5 cm si procederà manualmente, oltre e fino ai 10 cm si farà uso di casseformi. Per 48 ore le pareti dovranno essere tenute costantemente umide e dovranno essere protette dal sole e dal vento.

Tali interventi potranno interessare anche superfici localizzate quali lesioni isolate, lesioni d'angolo e lesioni in corrispondenza di aperture, avendo cura di lasciare la parete sottostante rispetto agli intonaci contigui in modo da poter riprendere successivamente il piano con intonaco dello stesso tipo.

## **Consolidamento mediante materiali compositi**

### **(frp ossia Fiber Reinforced Polymers)**

Gli interventi consolidativi mediante materiali compositi serviranno a rafforzare la resistenza a trazione e a migliorare l'elasticità/duttilità della muratura.

L'appaltatore provvederà a un'accurata pulitura preventiva delle parti da trattare eliminando polveri e materiali incoerenti, stuccando fessurazioni e irregolarità e realizzando superfici murarie il più possibile piane.

I prodotti compositi potranno essere in nastri di fibre di vetro, di carbonio o aramidiche e saranno messi in opera direttamente sulle superfici da consolidare, siano esse ampie o localizzate in lesioni puntuali e angoli di muratura.

Ogni operazione verrà eseguita a partire dall'osservazione scrupolosa delle disposizioni previste dallo specifico prodotto; data la particolarità del tipo di intervento, l'appaltatore farà riferimento alle modalità tecniche previste dagli specifici prodotti e per la posa ricorrerà a personale specializzato.

Sulla superficie perfettamente pulita verrà messo in opera un primer fluido a bassa viscosità di resina epossidica stesa a pennello o a rullo, avendo cura di aumentare la dose o di intervenire con successivi strati in presenza di superfici porose e ruvide; ad asciugatura avvenuta si provvederà, se richiesto dal progetto o dalle condizioni particolari in cui si trovano le parti da consolidare, a operare una rasatura con stucco epossidico eseguita a spatola o a fratazzo, atta a livellare le superfici: un adesivo epossidico generalmente bicomponente e di tipo tixotropico sul quale immediatamente mettere in opera i nastri, secondo la disposta grammatura e orditura, avendo cura di effettuare le necessarie sovrapposizioni sia in senso longitudinale (20- 30 cm) che in senso trasversale (2-5 cm). Per migliorare l'adesione del nastro alla resina e per eliminare eventuali piccole bolle di aria si farà uso di un rullo in gomma, lasciandolo scorrere con leggera pressione nella direzione delle fibre.

Dopo un'ora circa si passerà una seconda mano di resina atta a racchiudere le fibre e, nel caso si debbano disporre altri strati di nastro, si procederà come descritto sopra.

Sulla superficie ancora fresca, così come si trova alla fine delle varie operazioni, per migliorare la scabrezza e l'adesione dell'intonaco, si procederà a spolverare sabbia al quarzo.

### **Consolidamento mediante tiranti metallici**

Il consolidamento mediante tiranti metallici interni alla muratura prevede che l'appaltatore individui i piani di posa, segnando accuratamente l'asse dello stesso tirante.

Mediante apposita carotatrice a sola rotazione, l'appaltatore provvederà a preparare l'alloggiamento evitando di alterare gli equilibri e le condizioni statiche; nel caso di rafforzamenti di murature in corrispondenza di solai, quindi quando tali tiranti fungano da cordolature atte a sostituire interventi in breccia, verranno messi in opera quanto più possibile al livello delle parti strutturali degli stessi solai, quindi al di sotto delle pavimentazioni e possibilmente immersi nella muratura.

Per tiranti esterni alle murature potranno adoperarsi sezioni circolari, piatte, quadrate, ecc; in questo caso verrà predisposta una scanalatura adeguata affinché la catena venga in ultimo interamente ricoperta dalla malta antiritiro, in modo da poter essere celata successivamente dallo strato di intonaco.

In generale i tiranti potranno essere barre rigide preferibilmente inox oppure trefoli in acciaio inox armonico o ancora in fibra di carbonio o aramidica, in ogni caso alle estremità saranno dotati di elementi in acciaio adeguatamente filettati per almeno 10-15 cm e poi applicati all'interno della muratura o nella scanalatura, con le estremità fissate con piastre atte a distribuire adeguatamente i carichi.

I tiranti potranno essere di tipo antiespulsivo (con possibilità di libertà all'interno del perforo) oppure bloccati all'interno degli spessori; a seconda dei casi si potrà interporre una guaina con funzione protettiva e di scorrimento sia sotto le piastre che intorno al tirante stesso; con chiave dinamometria, operando sia a caldo che a freddo, verrà assegnata la tensione prevista in progetto; solo se richiesto dalle prescrizioni della direzione lavori, si salderanno i dadi di chiusura e si procederà a iniettare malte adeguate all'interno delle cavità.

A seconda dei casi potranno essere realizzati capochiavi a paletto che l'appaltatore provvederà a inclinare di 45°, con braccio maggiore rivolto verso il muro ortogonale in modo da poter contrastare contemporaneamente sia con il muro che con solaio; nei casi in cui sia impossibile procedere alla posa di piastre/capochiavi, si dovranno realizzare, a seconda dei casi, bulbi di ancoraggio alle estremità che verranno posti all'interno della muratura stessa.

L'intervento di tirantature, in generale, potrà essere realizzato anche con andamento verticale o inclinato, in modo da contrastare le specifiche tensioni presenti nelle murature. In particolare, i tiranti verticali dovranno essere accuratamente ancorati ad di sotto delle fondazioni e portati fino in sommità con piastre e dadi di bloccaggio (su una muratura ben

consolidata e preparata a tale funzione). Tutte le parti in acciaio a vista dovranno essere protette da ossidazione e corrosione.

### **Consolidamento mediante diatoni artificiali**

Il consolidamento mediante diatoni artificiali, che prevede l'inserimento di elementi trasversali allo spessore murario (diatoni) in grado di rendere monolitica la muratura, servirà al rafforzamento della consistenza di murature molto scadenti e decorse; sarà necessario venga eseguito con estrema accuratezza dopo che sia stato rilevato e annotato lo stato generale delle murature stesse.

L'appaltatore sceglierà le porzioni murarie più compatte e eseguirà i fori con sonda a sola rotazione ad andamento assiale rigorosamente ortogonale alla superficie muraria; i tappi del materiale sulle due superfici murarie saranno conservati per ricostruire il paramento; all'interno del foro saranno inserite le armature in acciaio inox o passivato (composte da elementi a spirale del diametro di 4-6 mm e elementi longitudinali del diametro di 8 mm collegate alla prima), avendo l'accortezza di distanziarle dalle pareti del foro affinché risultino centrate nel nucleo; dopo aver stuccato e sigillato i giunti della muratura contigua ai punti in cui verranno realizzati i diatoni, l'appaltatore provvederà alla chiusura sottosquadro delle estremità del foro in modo da poter posizionare alla fine i tappi del paramento, a esclusione delle aperture per le iniezioni e per la fuoriuscita di aria in fase di iniezione.

La miscela fluida, preparata secondo le indicazioni di progetto o le disposizioni della direzione lavori, sarà iniettata gradualmente, con una leggera pressione, fino a rifiuto: sarà necessario pulire immediatamente le eventuali fuoriuscite di malta.

### **Consolidamento di aperture esistenti o realizzazione di nuove aperture su murature portanti mediante cerchiature**

Il consolidamento o la realizzazione/allargamento di aperture su murature portanti deve essere realizzato solo dopo un attento esame della consistenza muraria sulla quale si dovrà intervenire; sarà preferibile operare in condizioni di non troppo avanzato dissesto. Successivamente si puntellerà adeguatamente la porzione di solaio che grava sull'architrave, in modo da trasferirlo in corrispondenza dei piedritti dell'apertura.

Verranno riportate le misure dell'apertura da realizzare o da allargare aumentando la luce netta delle dimensioni necessarie alla realizzazione delle mazzette (siano esse in muratura, in cemento armato o in acciaio), prima della realizzazione delle quali ne verrà eseguita la demolizione.

I piedritti in muratura rafforzata avranno almeno tre teste dotate di adeguate ammorsature alla muratura esistente e saranno realizzate seguendo la tecnica dello scuci-cuci e maltando con calce idraulica naturale.

Se necessario, la muratura delle nuove spallette sarà rinforzata con rete elettrosaldata risvoltata all'interno dell'imbotte, fino alla copertura della vecchia muratura; nel caso si usi l'acciaio, verranno inseriti profili del tipo hea lungo lo spessore del muro, i quali verranno poi saldati tra di loro; perimetralmente verranno realizzate zancature metalliche con barre in acciaio ad aderenza migliorata saldate ai profilati e inserite nella muratura, avendo cura di chiudere le cavità di tali ancoraggi mediante malta di calce idraulica preferibilmente a ritiro compensato.

Successivamente, l'appaltatore eseguirà le demolizioni in corrispondenza degli architravi procedendo in maniera graduale, così da inserire il primo profilo metallico su una faccia del muro e successivamente l'altro sull'altra faccia. Gli architravi, adeguatamente dimensionati e se necessario irrigiditi con alette, andranno ad appoggiarsi sui piedritti già realizzati e dotati di piastre e a queste verranno successivamente saldati.

Nel caso gli architravi poggino su piedritti in muratura, avranno una lunghezza tale da compensare per lato una volta e mezzo lo spessore del muro; a posa avvenuta, gli architravi saranno messi in carico in carico con cunei. Successivamente si demolirà la muratura e si salderanno agli architravi gli elementi di collegamento trasversale tra i due profilati oppure si inseriranno (in fori preventivamente realizzati nell'anima dei profili metallici) chiavarde bullonate alle due estremità.

Tavelle o mattoni appoggiati sulle ali fungeranno da cassaforma per il successivo getto di malta, il quale verrà eseguito sopra l'architrave.

I piedritti saranno collegati inferiormente con traverso costituito da un piatto di acciaio saldato agli elementi verticali

Gli interventi di eventuale chiusura delle parti metalliche a vista saranno eseguiti nel modo disposto dalla direzione lavori.

Per finiture intonacate potrà essere utilizzata sui profili metallici rete in acciaio a maglia fitta, in modo che migliori l'aggrappaggio.

Tutti i manufatti metallici saranno trattati e protetti preventivamente con boiacca passivante.

## **Costruzioni di murature integrative**

### **Generalità**

La costruzione di murature, sia in materiale naturale che artificiale, dovrà essere realizzata a partire dalle indicazioni contenute nelle prescrizioni di cui:

- alla L.64/74, al D.M. 24 gennaio 1986 e alla circolare del Ministero dei LL.PP. del 19 luglio 1986 n. 27690 per quanto riguarda le costruzioni sismiche;



- con riferimento altresì al D.M. 20 novembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- alla circolare del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 3787 del 4 gennaio 1989, alla circolare del Ministero dei LL.PP. n. 30787 del 4 gennaio 1989, “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- al D.M. LL.PP. del 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”, alla Circolare del Ministero dei LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica” e al D.M. 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- al D.M. 14 gennaio 2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

L'appaltatore farà in modo di eseguire le murature attenendosi alle indicazioni e alle prescrizioni previste dal progetto; nella scelta del materiale sarà adoperata estrema cura e gli elementi che presenteranno difetti per forma e per consistenza verranno scartati.

Il materiale prima della posa sarà sempre tenuto a bagno fino a rifiuto e prelevato in tempo utile per permettere all'acqua in eccesso di evaporare.

La malta sarà composta secondo le indicazioni date dalla direzione dei lavori.

L'appaltatore prediligerà la malta composta con calce naturale o idraulica e presterà una certa attenzione alla preparazione dei letti di posa orizzontali e dei giunti verticali, secondo la regola dell'arte, avendo anche cura di mettere in opera elementi di collegamento, atti a tenere la muratura legata nello spessore.

La realizzazione della muratura sarà eseguita in modo perfettamente verticale e secondo la forma prescritta. Prima di iniziare la posa del materiale, a livello di fondazione potrà essere steso un foglio di materiale impermeabile; quanto alla formazione di angoli e spigoli, di vani vuoti, rientranze, spallette, piattabande, canne fumarie, cavedi e altro, l'appaltatore realizzerà accuratamente tutte le ammorsature necessarie al fine di garantire la tenuta dei singoli elementi e al fine di collegare la nuova muratura a quelle già esistenti. Qualora debbano essere realizzate successivamente altre porzioni di muratura, l'appaltatore lascerà le opportune prese e gli opportuni dentelli in modo da impostare la realizzazione di altri tratti murari e di archi o di spallette di porte e finestre. Tutti i giunti verticali dovranno essere accuratamente sfalsati e quelli orizzontali ben allineati.

Nel caso di edifici a più piani, le murature dovranno garantire un perfetto collegamento reciproco anche mediante eventuale cordolo che assicuri la perfetta distribuzione dei carichi.

Per quanto possibile, all'atto stesso della realizzazione della muratura, l'appaltatore predisporrà tutte le tracce per gli impianti, per i tiranti, i capochiavi o altro, in modo da evitare interventi successivi che comporterebbero la realizzazione di tracce e demolizioni inopportune, dannose alla stabilità della struttura muraria.

I lavori non potranno essere eseguiti durante periodi di gelo ma, in caso di improrogabilità, verranno approntate misure a protezione.

Le murature eseguite saranno tenute bagnate per almeno 10 giorni, in maniera da evitare repentine asciugature e distacchi tra malte e materiale.

La realizzazione delle murature seguirà inoltre la tradizione esecutiva locale.

## **Murature di mattoni**

Quanto alle murature di mattoni, il materiale che le compone dovrà essere bagnato per immersione fino a saturazione, avendo cura di prelevarlo al momento dell'uso così da consentire il gocciolamento dell'acqua in eccesso: questa pratica eviterà l'immediato assorbimento dell'acqua presente nella malta, che potrebbe avere conseguenze negative per la compattezza della muratura.

La muratura sarà realizzata tramite l'allettamento della malta su filari perfettamente orizzontali, premendo ogni mattone sulla malta stessa in modo che tutti i vuoti vengano eliminati.

Per le murature faccia vista, l'esecutore avrà cura di ripulire immediatamente la faccia in vista dai residui e dalle colature di malta; il giunto sarà variabile tra i 5 e i 10 mm e sarà rabboccato e completato solo a presa della muratura avvenuta, in modo da poter essere lavorato in modo opportuno per la faccia vista secondo le modalità disposte.

La composizione della malta seguirà le indicazioni di progetto e quelle della tradizione locale, in ogni caso gli inerti che la compongono verranno opportunamente vagliati in modo da ottenere una granulometria compatibile con le dimensioni del giunto.

La muratura potrà essere a una o più teste di mattoni e sarà ordita secondo le indicazioni progettuali o secondo la tradizione locale, purché nel suo spessore siano realizzate le opportune prese e gli opportuni collegamenti.

L'appaltatore avrà cura di selezionare il materiale escludendo, specie per la faccia vista, quello che presenti anche il minimo difetto di colorazione o consistenza (calcinaroli, cavillature, scheggiature, ecc.), scegliendo per la faccia vista la coloritura più uniforme.

In ogni caso, i mattoni saranno prelevati dal bancale in modo che vengano miscelati secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Per archi e piattabande, i mattoni dovranno essere messi in opera seguendo il centro di curvatura dell'arco generatore; il giunto inferiore non dovrà essere mai superiore ai 5 mm e il giunto superiore mai superiore ai 10 mm.

## **Murature in foglio o in laterizio forato**

Le murature in foglio o in laterizio forato richiedono una selezione di materiale ancora più accurata rispetto alle precedenti, in quanto i mattoni da utilizzare dovranno essere ben formati con spigoli rettilinei, mentre verranno scartati quelli deformati e scheggiati poiché inficerebbero la stabilità della parete; lo stesso rigore è richiesto per i piani orizzontali.

Nel caso in cui le pareti giungano fino al solaio superiore, dovranno essere messe bene in contrasto in modo da assicurare la stabilità stessa della muratura.

Se necessario, potranno essere realizzate staffature o collegamenti al piede e in sommità; per pareti di altezza inferiore, la posa contestuale di controtelai per porte o aperture in genere contribuirà al miglioramento della stabilità.

## **Murature miste**

Le murature miste saranno realizzate a fasce alternate di pietra o pietrame e mattoni.

Si procederà per filari regolari, avendo cura di tenere il piano di allettamento sempre orizzontale.

In prossimità di spigoli, spallette, nicchie, cavedi e canne, archi, piattabande o altro, la parte in pietrame sarà eseguita in mattoni o in pietra squadrata, in modo da assicurare gli adeguati ammorsamenti e la perpendicolarità e regolarità della parte.

Il collegamento delle diverse parti di muratura e dei diversi materiali dovrà garantire prese sia orizzontali che verticali.

## **Consolidamento di orizzontamenti piani**

### **Generalità**

I lavori di consolidamento e restauro da effettuare sugli orizzontamenti piani tradizionali e storici saranno eseguiti dall'appaltatore con diligenza, in modo da seguire le disposizioni previste in progetto o dalla direzione lavori, riportando l'intervento alla consistenza e al valore del manufatto sul quale si stanno eseguendo i lavori. In ogni caso egli dovrà adoperarsi affinché vengano assicurate conservazione e recupero, assolutamente preferibili alla ricostruzione, in modo da lasciare inalterati materiali e tecnologie storiche.

L'appaltatore, se necessario, potrà procedere al ripristino dell'antica efficienza anche sostituendo alcune parti del manufatto.

Tali interventi dovranno essere di tipo non invasivo e finalizzati a un irrigidimento della struttura orizzontale oltre che al miglioramento dei suoi collegamenti con le murature

perimetrali che sostengono il solaio stesso, in modo da assicurare una corretta trasmissione dei carichi.

Dovranno essere esclusi interventi di cordolature perimetrali per solai di interpiano da realizzare in breccia (sia cordoli in cemento armato continui che con prese a coda di rondine) in quanto estremamente invasivi rispetto alle murature, poiché distruttivi sia rispetto al materiale che alla continuità muraria.

Gli interventi in generale si riferiranno alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 7 dell'allegato 3 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e al D.M. LL.PP. del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica".

I legnami necessari per le carpenterie definitive dovranno essere accuratamente lavorati; essi non dovranno presentare alcun difetto nel materiale e nelle lavorazioni, specie per quanto riguarda i collegamenti e le giunzioni.

L'appaltatore dovrà predisporre i tagli in maniera precisa, così che i vari elementi possano combaciare senza interposizioni di sorta.

Nel caso si faccia uso di elementi metallici per l'ausilio di collegamenti (lamine, piastre, squadrette a scarpa, ecc.) questi dovranno essere posizionati secondo le prescrizioni di cantiere facendo uso, se necessario, di predisposizione dei fori.

Le teste delle travi poste all'interno di letti murati dovranno essere trattate con catrame o con carbolineum e appoggiate su un foglio di cartonfeltro bitumato, in modo che intorno sia sempre assicurata una minima circolazione d'aria.

## **Consolidamento di solai lignei**

### **Generalità**

Prima di iniziare i lavori di consolidamento dei solai lignei o solo di alcune porzioni degli stessi, l'appaltatore provvederà a liberare l'orizzontamento da tutti i carichi accidentali non necessari, pavimenti e caldane comprese, e a puntellare la zona di contromonta mediante puntelli regolabili.

Asporterà gli intonaci prossimi agli elementi da sostituire/consolidare e, una volta rimosse le travi o le altre orditure da sostituire, provvederà alla pulitura manuale o tramite l'ausilio di quegli elementi che potranno essere riutilizzati in cantiere (ad esempio l'aria compressa).



## **Sostituzioni di tavolati**

Per sostituire i tavolati esistenti, l'appaltatore dovrà eseguire, secondo le disposizioni del caso, la puntellatura e le demolizioni necessarie, mettendo in opera un tavolato temporaneo di cantiere in modo da completare tutte le operazioni di rimozione, incluse quelle dell'intonaco perimetrale.

L'appaltatore selezionerà le tavole migliori, dell'essenza prevista in progetto e di spessore non inferiore ai 4 cm; queste tavole saranno maschiettate o dotate di battuta e, una volta posate sull'orditura, verranno opportunamente chiodate.

Particolare cura dovrà essere applicata alla zona di intestatura e di collegamento con le pareti, specie dove, per l'appoggio perimetrale, tali zone fossero di ausilio all'orditura secondaria. In questo spazio saranno eseguiti i collegamenti ritenuti opportuni dalla direzione lavori.

## **Sostituzioni di travi**

La sostituzioni di travi prevede vengano rimosse e sostituite (secondo il giudizio della direzione lavori) quelle travi eccessivamente deformate o deteriorate non più recuperabili con alcun tipo di intervento conservativo/consolidativo e perciò non più idonee allo scopo e alla funzione strutturale.

L'appaltatore dovrà dapprima concordare le modalità di puntellatura in relazione all'individuazione degli elementi orizzontali da sostituire, avendo cura di non concentrare carichi, di non gravare su solai deboli e, quando necessario, di riportare a terra o sui muri perimetrali i carichi da puntellare.

La funzione dei puntelli sarà quella di sostenere, insieme a altri presidi provvisori e alla nuova trave, i carichi della trave esistente nella fase durante la quale la stessa verrà rimossa.

Generalmente i ritti saranno posizionati in parallelo rispetto alla trave deteriorata, consentendo ai travetti di poggiarvisi mediante architravi lignei interposti, ai quali saranno chiodati al fine di impedire movimenti inopportuni.

L'appaltatore, prima della rimozione, avrà cura di mettere in carico la nuova trave dopo aver scaricato quella vecchia, la quale verrà con cura sfilata per intero.

Nell'ambito di queste operazioni potranno giovare interventi tesi a restituire la configurazione piana originaria del solaio, abbassatosi eccessivamente a causa dell'elemento ligneo deformato o deteriorato.

Per risolvere questo problema, sarà opportuno inserire tra puntelli e intradosso del solaio cunei lignei da mettere in carico gradualmente interponendo un tavolato continuo che distribuirà uniformemente la spinta di contrasto.

La nuova trave dovrà rispondere a requisiti di qualità, dovrà essere della medesima essenza e delle medesime dimensioni della vecchia e garantire prestazioni tecniche adeguate.

Saranno eseguiti tutti i collegamenti necessari alla muratura.

### **Appoggio di travi**

Gli appoggi delle travi lignee, se deteriorati, saranno ripristinati mediante l'esecuzione di un cuscino con funzione di dormiente, atto a distribuire meglio il carico.

Tale banchina potrà essere realizzata in legno massiccio a uno o due strati incrociati, in mattoni o in acciaio inox di spessore adeguato (minimo 10 mm) e verrà messa in opera previa interposizione con la muratura di uno spessore di neoprene.

Gli interventi potranno essere realizzati sia sulle travi già in opera che su quelle da sostituire: in questo secondo caso, le operazioni di sostituzione saranno eseguite dall'appaltatore con tutte le cure necessarie e le necessarie cautele da adoperarsi durante la fase di puntellatura.

### **Collegamento di travi alla muratura**

Il collegamento delle travi di piano (tutte o alternate) alle murature perimetrali, prevede l'utilizzo di apparecchi che potranno essere esterni, parzialmente interni o interamente interni alla muratura.

I presidi potranno avere altresì la necessità di capochiavi di ancoraggio sulla faccia opposta del muro.

Nei casi in cui dovessero realizzarsi brecce per l'alloggiamento dell'apparecchio in corrispondenza degli appoggi, l'appaltatore dovrà operare rimuovendo con cautela solo la porzione strettamente necessaria di muratura al contorno delle teste delle travi per l'inserimento delle piastre.

Nel caso di presidi esterni da ancorare alla muratura con barre iniettate, eseguirà i perfori necessari con strumenti a sola rotazione, procedendo dall'interno verso l'esterno, mantenendosi il più possibile accosto alla trave. L'apparecchio sarà realizzato preferibilmente in acciaio inox, in alternativa zincato o trattato con prodotti passivanti anticarbonatanti e dovrà in ogni caso assicurare un efficace ancoraggio alla muratura e un idoneo sistema di fissaggio alla trave (ad esempio realizzando una superficie dentata oppure fori per l'inserimento di barre passanti trasversalmente alla trave da bullonare alle estremità).

Gli strappi saranno ricostruiti accuratamente, avendo cura di assicurare le ammorsature e i perfori iniettati con malta di calce idraulica.

Per interventi che prevedano la posa di capochiavi, questi saranno eseguiti con cura inserendo adeguatamente i paletti (cunei tenditori) negli appositi occhielli oppure, qualora la chiusura si debba ottenere con piastre, bullonando dado e controdado.

### **Irrigidimento mediante tavolato**

Gli interventi di irrigidimento dei solai mediante esecuzione/integrazione del tavolato esistente prevedono che, una volta eseguite tutte le necessarie demolizioni, l'appaltatore provveda a sostituire tutto o parte del tavolato ammalorato e successivamente, se resterà in opera il vecchio tavolato, a interporre un foglio di materiale traspirante prima di mettere in opera il nuovo tavolato secondo un'orditura ortogonale alla prima.

Il legname dovrà essere più duro di quello già in opera, ben stagionato e dotato di immaschiettatura o di battentature; si potranno utilizzare anche pannelli di compensato a più strati, del tipo idoneo per opere strutturali.

Il tavolato dovrà essere fissato perimetralmente, demolendo l'intonaco e provvedendo a inserire cunei, oppure con altri sistemi idonei al caso e in sintonia con la tradizione locale.

Viti autofilettanti in acciaio inox saranno impiegate per creare i necessari collegamenti tra i due tavolati; per viti di grandi dimensioni si procederà con foro di invito.

### **Irrigidimento mediante caldana armata**

Il consolidamento di solai mediante getto di caldana armata potrà essere realizzato solo dopo che saranno state sigillate tutte le fessure, le quali potrebbero consentire al conglomerato di percolare danneggiando così le superfici intradossali.

La rete in acciaio, preferibilmente inox o in alternativa zincato, verrà opportunamente collegata con chiodi o staffe alla struttura lignea sottostante.

La composizione della malta sarà prescritta in progetto o dalla direzione lavori.

### **Irrigidimento mediante connettori**

Le operazioni di rafforzamento e di irrigidimento mediante realizzazione di connettori saranno eseguite quando gli orizzontamenti non saranno in grado di assicurare la portata minima di esercizio.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere eseguito in modo tale da avvolgere interamente le armature, le grappe, le viti o gli altri sistemi metallici previsti per la realizzazione delle connessioni.

Ogni operazione sarà eseguita attenendosi scrupolosamente alle indicazioni previste in progetto o disposte dalla direzione lavori.

I connettori potranno essere di tipo puntiforme (a piolo) o continuo (a traliccio, a lastra, ecc.) e dovranno essere realizzati adoperando sempre acciaio inossidabile o acciaio zincato, preventivamente trattato con boiacca passivante e collegati alle travi lignee preferibilmente a secco o, in alternativa, con resine.

Prima di effettuare il getto, dovranno essere sigillate tutte le fessure che potrebbero consentire il dannoso percolamento del conglomerato.

### **Irrigidimento e controventatura mediante tiranti posti all'estradosso o all'intradosso**

Nei lavori di irrigidimento e di controventatura delle strutture orizzontali, si dovranno prioritariamente individuare le campate interessate da tale intervento e sulle pareti dovranno essere individuati correttamente i luoghi idonei alla realizzazione delle perforazioni necessarie per l'alloggiamento dei tiranti di controvento, avendo cura di preparare accuratamente i piani di posa degli stessi tiranti in relazione ai piani degli ancoraggi.

Dovranno essere accuratamente predisposte le nicchie degli ancoraggi, cercando di danneggiare il meno possibile la muratura.

I tiranti diagonali termineranno con il sistema di ancoraggio previsto in fase di progetto o dalle prescrizioni della direzione dei lavori, sistema che consentirà di fissare i terminali, realizzati a occhiello oppure a estremità filettata, ai cunei/paletti o alle piastre e di assicurarli alle travi mediante cravatte metalliche ripiegate a U.

Le nicchie dei captiranti saranno chiuse come da disposizione della direzione lavori.

### **Collegamento di solai alle pareti mediante barre metalliche**

collegamenti tra solai e pareti potranno essere realizzati con cuciture metalliche perimetrali atte a trasferire in maniera continua il carico del solaio alle murature d'ambito, escluse le cordolature in cemento armato in breccia, con connessioni sia continue che puntuali alla muratura.

Verranno eseguiti perfori adeguati a intervalli regolari (con interasse medio di 50-60 cm) con andamento inclinato non superiore ai 45°; nei perfori verranno inserite barre filettate o a aderenza migliorata in acciaio inox oppure zincate; in alternativa potranno essere adoperate barre in acciaio semplice trattate preventivamente con boiacca passivante anticarbonatante.

L'appaltatore avrà cura di inserire l'armatura nella muratura in quantità adeguata allo spessore del muro e comunque a non meno di 20 cm; dovrà inoltre sovrapporre l'armatura di collegamento alla rete elettrosaldata o alle armature della caldana nonché saldarla a queste adeguatamente.



La rete di piano dovrà essere risvoltata sulla muratura portata a nudo per almeno 20-30 cm e spillata al supporto mediante piccole cuciture armate eseguite con barrette in acciaio inox disposte a quinconce e opportunamente iniettate e sigillate.

Successivamente si procederà all'iniezione di malta a ritiro controllato, preparata secondo la composizione disposta dalla direzione lavori, all'interno dei perfori principali di collegamento perimetrale.

### **Collegamento di solai alle pareti mediante profili metallici**

Il collegamento di solai alle pareti mediante profili metallici prevede la realizzazione di una cordolatura metallica continua da eseguirsi perimetralmente; potranno essere usati profilati a L o a T, raramente a C, secondo le disposizioni della direzione lavori e le richieste di progetto.

L'appaltatore, una volta eseguite tutte le operazioni preliminari di presidio della struttura orizzontale e di rimozione delle parti non più utilizzabili o che siano di impedimento alla esecuzione dell'intervento consolidativo, metterà in opera tali profili, preventivamente forati in corrispondenza delle barre metalliche di collegamento alla muratura.

Gli interventi potranno essere eseguiti sia all'intradosso che all'estradosso, a seconda se si debbano conservare integre le pavimentazioni o le travi lignee e i cassettonati (o qualunque altro apparato decorativo). In caso di interventi all'estradosso, il profilo verrà portato alla quota del solaio e sulla muratura nuda in maniera che possa a questi ben collegarsi; in caso di interventi all'intradosso, i profili potranno essere visibili o incassati parzialmente nella muratura: in ogni caso essi dovranno essere collegati opportunamente alla muratura e al solaio mediante apposite cuciture armate realizzate con barre in acciaio inox o zincato, in alternativa trattato con prodotti antiossidanti.

I perfori saranno iniettati con malta di calce idraulica additivata con prodotti antiritiro per la muratura e con prodotti resinosi epossidici per le parti lignee; le teste delle barre, opportunamente filettate, saranno chiuse con dado e controdado.

### **Collegamento di solai complanari contigui**

I solai continui che presentino complanarità dovranno essere collegati attraverso la muratura comune che li separa.

Sarà da verificare se i due solai posseggano la medesima orditura oppure orditura perpendicolare, al fine di individuare la migliore tipologia di apparecchio di collegamento.

Eseguite tutte le operazioni preliminari necessarie al caso specifico, quali rimozioni e puntellature, l'appaltatore procederà, secondo quanto previsto al paragrafo dei collegamenti perimetrali, mediante barre metalliche.

Per travi contigue di testa, l'intervento consisterà nel collegarle tutte o alternativamente sulla faccia superiore e/o di fianco, mediante ferri piatti di acciaio inox o zincato, passanti attraverso lo spessore murario e sovrapposti alle travi per 30-40 cm per parte e a esse fissati mediante viti di collegamento.

Qualora le travi di testa siano sfalsate, procederà collegandole singolarmente con piatti alla muratura a livello del tavolato, cercando di evitare dannose operazioni di demolizione della muratura che causerebbero inutili sollecitazioni.

Nel caso siano state realizzate cordolature con profili metallici, l'appaltatore provvederà a collegarle con barre filettate alle estremità chiuse da doppio dado.

## **Consolidamento delle coperture lignee**

### **Generalità**

Prima di realizzare qualunque tipo di intervento, sia di demolizione che di rimozione che di consolidamento, l'appaltatore farà sì che la direzione lavori possa procedere all'ispezione dei tetti e dei sottotetti precedentemente inaccessibili per assenza di ponteggi.

Questa ricognizione consentirà di verificare quale sia lo stato dei luoghi sia sul piano della tipologia costruttiva che sul piano della conservazione dei materiali in opera, così da raccordare la progettazione con eventuali possibili aggiustamenti.

Una verifica puntuale dovrà essere eseguita in corrispondenza degli angoli, in particolare sui paradossi e sugli appoggi delle capriate e delle travi, in modo da verificare la solidità dei nodi e la solidarizzazione dell'orizzontamento alla muratura di appoggio.

L'intervento comporterà la sostituzione o il consolidamento di singoli elementi deteriorati e deformati o il consolidamento e miglioramento strutturale sul piano antisismico dell'intero orizzontamento, in quanto non rispondente alle norme perché mal concepito all'origine o perché deterioratosi per carenza di manutenzione. In ogni caso il primo obiettivo sarà riguarderà la conservazione dei materiali e degli assetti storici, laddove ritenuti di una certa rilevanza; successivamente si procederà con integrazioni, consolidamenti e sostituzioni di elementi strutturali, con l'adozione di soluzioni e tecniche rispettose dell'edificio sul quale si opera. L'appaltatore, a seconda del tipo di intervento da approntare e delle modalità esecutive da mettere in opera, provvederà a puntellare e presidiare le pareti delle murature perimetrali che sorreggono il tetto in funzione del tipo di rimozione che dovrà eseguire, tenendo in debito conto che ogni rimozione sovrastante i muri costituisce operazione di scarico sulle murature; smonterà con cautela i singoli elementi costituenti la copertura, partendo dai canali di gronda, dai comignoli e dagli sporti di gronda (o puntellando queste ultime se dovranno essere conservate in loco) passando quindi al manto di copertura, fino ad arrivare alle travi, qualora queste dovessero essere rimosse; accatasterà infine tutto in cantiere affinché la direzione lavori possa verificarne lo stato di conservazione e possa

valutare la possibilità di un eventuale riutilizzo, trasportando in discarica quanto difficilmente riutilizzabile.

Provvederà poi a pulire manualmente e con cura tutti i materiali interessati liberandoli da muschi, licheni o altre sostanze improprie depositate sulle superfici e accatasterà separatamente quegli elementi lignei che richiedono una specifica revisione e un controllo specifico sul loro stato di conservazione e su eventuali interventi; gli interventi in generale si riferiranno alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 9 dell'allegato 3, riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

### **Ripassatura di manti di copertura**

Prima di eseguire la ripassatura dei manti di copertura, l'appaltatore dovrà assicurarsi che la struttura sottostante (travicelli, travi, pianellato e tavolato) sia integra: in caso contrario dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie e eseguire le puntellature opportune, attenendosi alle indicazioni contenute nel paragrafo specifico, e intervenire sulla struttura secondo le disposizioni della direzione lavori. Successivamente dovrà rimuovere i coppi, gli embrici o altro tipo di manto avendo cura di accatastare il materiale riutilizzabile in cantiere in luoghi nei quali l'elemento peso non sia gravoso per la struttura.

Il materiale accatastato dovrà essere pulito con spazzole di saggina o con i metodi ritenuti opportuni per quello specifico materiale. Se necessario, saranno sostituiti in caso di rotture, di fessurazioni e di degradi preferibilmente con materiale di recupero del tutto simile al vecchio oppure integrati con materiale nuovo del tipo fatto a mano o trafilato (a seconda delle necessità) che possieda colore, qualità e geometria identica a quello originario; il materiale integrato verrà collocato inferiormente, a canale, e su di esso verrà adagiato a coppo il materiale originario.

Nel caso in cui l'entità della sostituzione dovesse essere superiore al 50%, sulla parte superiore del manto si mescoleranno gli elementi originari con quelli integrati così da non concentrare la loro distribuzione in punti specifici.

I canali, se necessario, saranno fissati allo stato sottostante a file alterne con malta o grappe, a seconda del supporto su cui poggiano, assicurandosi comunque siano soggetti a una adeguata ventilazione.

Molta cura dovrà essere posta nel trattamento di colmo e diagonali, a partire dall'adeguato fissaggio dei coppi con malta bastarda.

Nei compluvi e nei punti di contatto con le pareti in cui siano presenti comignoli o esalatori, l'appaltatore farà uso di scossaline, converse e canali in rame o in piombo, fissati a stagno o con qualche altro sistema altrettanto adeguato.

Ogni fessura o apertura di ventilazione dovrà essere corredata di chiusura con rete inox opportunamente fissata, in modo da garantire aerazione/ventilazione e da impedire l'eventuale e dannoso accesso di volatili. Qualora al momento dello smontaggio del manto



si dovessero evidenziare danni e degradi della struttura sottostante risultati non visibili in fase di progetto, l'appaltatore dovrà concordare con la direzione lavori le modalità esecutive d'intervento. In particolare, dovranno essere revisionati il pianellato, il tavolato e il tavellonato sottostante dapprima ripulendoli, poi intervenendo sui punti degradati, specie sui giunti, e infine, laddove ritenuta necessario, eseguendo la nuova caldana; qualora l'intervento preveda anche l'impermeabilizzazione o il termoisolamento della copertura oppure la loro sostituzione, l'appaltatore interverrà seguendo le indicazioni contenute nei paragrafi specifici.

### **Collegamento delle travi di copertura alla muratura**

L'intervento di collegamento delle travi di copertura alla muratura sarà eseguito dopo che saranno state realizzate tutte le opere provvisorie necessarie a lavorare in sicurezza e a garantire anche la stabilità delle strutture contermini, nonché dopo la rimozione e l'accatastamento dei materiali.

Il progetto disposto dovrà essere verificato a partire dalle condizioni esistenti in cantiere, in particolare in relazione alla consistenza muraria sommitale: l'appaltatore verificherà che questa sia solida e ben ammorsata, specie agli angoli; in caso contrario dovrà essere consolidata nel modo più opportuno o terminata con una cordolatura adeguata.

Il collegamento tra travi e muratura, sia per travi esistenti che per travi in sostituzione, dovrà rispondere alle esigenze di riduzione delle azioni spingenti dei falsi puntoni (travi di copertura), secondo le prescrizioni di progetto. Per ogni trave, perciò, dovrà essere migliorato o realizzato il piano di appoggio nel modo opportuno mediante cuneo ligneo (pancale) con la giusta inclinazione, in modo che questo sia in grado di trasferire verticalmente il carico.

Il collegamento alla muratura dovrà essere realizzato con l'ausilio di barre verticali in acciaio inox o zincato, del tipo filettato o a aderenza migliorata, con funzioni di tirafondi filettati all'estremità superiore per la chiusura con dado e controdado; le barre saranno immerse nella muratura preventivamente perforata e successivamente iniettata con malte prevalentemente idrauliche a ritiro controllato e passanti attraverso i pancali e le travi.

La muratura sommitale di appoggio, se deteriorata, potrà richiedere l'esecuzione di una serie di presidi verticali consolidanti (spillature o cuciture armate) nella porzione posta tra due travi consecutive, purché non siano della stessa lunghezza ma abbiano andamento a quinconce sia nel piano orizzontale che nel piano verticale.

Nei casi più complessi oppure quando si abbiano travi parallele all'andamento di gronda, potrà essere necessario realizzare cuffie metalliche in grado di accogliere le teste delle travi e di bloccarle tramite perni; queste saranno eseguite dall'appaltatore in relazione alle dimensioni delle travi, in modo che queste ultime diano vita a un gioco adeguato tale da consentire la traspirazione.





Se necessario, le cuffie poggeranno su piastre dormienti ancorate alla muratura mediante tirafondi aventi le caratteristiche già menzionate oppure lungo tutti i muri d'ambito verranno messi in opera un piatto metallico o un profilo angolare continuo, atti ad accogliere e ancorare con perni sia travi (con interposte cuffie) che travicelli; onde evitare inopportuni processi di ossidazione e di corrosione, aggravati dalla posizione in copertura più soggetta a effetti di infiltrazioni, le cuffie saranno realizzate interamente in officina, per essere quindi trattate con prodotti anticorrosivi anche sulle saldature. In considerazione di ciò, si prediligeranno sempre operazioni di chiusura eseguite con bullonatura e non con saldature eseguite in cantiere.

L'appaltatore, inoltre, per i collegamenti legno-legno (travi, arcarecci, terzere e travicelli) farà uso di viti autofilettanti in acciaio inox.

### **Collegamento dei paradossi mediante catene e controventature**

I paradossi, qualora si trovassero in un buon stato di conservazione, potranno richiedere operazioni di riduzione della loro azione spingente in direzione angolare rispetto alle pareti d'ambito.

L'appaltatore, seguendo accuratamente le indicazioni di progetto, dopo aver verificato lo stato conservativo degli elementi lignei, disporrà il presidio metallico costituito da due tiranti metallici di forma e dimensione adeguate lungo le due pareti che accolgono il paradosso; avrà cura di posizionarlo in quota inferiore rispetto alle parti lignee della copertura.

Le catene saranno collegate con imbracature al paradosso e saranno ancorate con capochiavi ai primi muri ortogonali che incontreranno.

Nel caso in cui le condizioni lo consentano, queste catene potranno essere realizzate anche con elementi lignei accuratamente ancorati al paradosso e alle murature di contrasto con barre e doppio dado.

Nel caso sia previsto in progetto, perché utili sul piano strutturale, seguendo le indicazioni riportate nei lavori di messa in opera di controventi per i solai orizzontali verranno realizzate le controventature.

In ogni caso, i tiranti in acciaio, siano essi profili o trefoli, dovranno essere posizionati nelle campate previste in progetto, verranno dotati di tenditori regolabili e verranno opportunamente collegati alle piastre angolari ben connesse alla muratura e alla struttura di riferimento, la quale dovrà essere adeguatamente revisionata e, se necessario, rinforzata in maniera che ben sopporti queste nuove sollecitazioni trasferite dal sistema di controventature.

Gli angoli sui quali insistono i paradossi consolidati verranno quindi accuratamente predisposti in modo da accogliere le tre catene, cosicché non si creino dannose interferenze.

Le parti metalliche dovranno essere realizzate preferibilmente in acciaio inox o in acciaio zincato, in considerazione dell'ambiente di copertura il quale è particolarmente soggetto a infiltrazioni e percolamenti di acque meteoriche, le quali potrebbero essere causa di ossidazione e di corrosione.

### **Connessioni tra gli elementi lignei di copertura**

Nell'ambito di tutte le operazioni di restauro, consolidamento e revisione delle coperture lignee, l'appaltatore dovrà verificare le connessioni tra i vari elementi della copertura onde evitare inopportuni spostamenti e slittamenti reciproci, causa di alterazioni delle condizioni di stabilità locale che potrebbero aggravare le condizioni generali di equilibrio.

L'appaltatore, perciò, dovrà collegare l'orditura primaria a quella secondaria seguendo scrupolosamente le indicazioni di progetto. Travi principali, arcarecci, terzere e travicelli dovranno essere opportunamente ancorati rispettando le condizioni di vicolo previste in progetto; potranno essere adoperate piastre e cuffie metalliche oppure profili angolari, preferibilmente in acciaio inox o in subordine in acciaio zincato, dotati di chiodi, perni filettati corredati di dado e controdado o viti autofilettanti del medesimo materiale.

In alternativa agli apparecchi metallici potranno essere adoperati gattelli lignei, purché di essenza dura almeno quanto quella degli elementi da collegare. Essi avranno una forma a cuneo, in modo da seguire scrupolosamente la geometria richiesta dalle pendenze di copertura e saranno ancorati agli elementi mediante tirafondi accoppiati in acciaio inox posizionati sul puntone e sull'arcareccio.

Nel caso in cui sia presente un tavolato ligneo quale sottomanto, esso dovrà essere opportunamente chiodato agli elementi lignei strutturali su cui poggia.

Per gli scempiati realizzati con pannelle di laterizio (o con mezzane) sarà opportuno chiodare, oltre la tavola di gronda posta in posizione terminale, anche tavole intermedie che fungano da supporti intermedi, ciò per evitare inopportuni scivolamenti dello stesso scempiato.

Tutti gli apparecchi metallici dovranno essere predisposti in officina, evitando il più possibile di eseguire saldature in cantiere che non farebbero che alterare l'efficacia delle protezioni anticorrosione.

### **Realizzazione di irrigidimenti delle coperture mediante doppio tavolato o mediante caldana armata**

Solai di copertura deformati o mal collegati alla struttura muraria sottostante dovranno essere revisionati e consolidati secondo le disposizioni previste, previa la rimozione di tutte quelle parti che impediscano l'esecuzione delle operazioni e che devono quindi essere sostituite.



L'appaltatore, nella posa di doppio tavolato incrociato, dovrà scegliere materiale perfettamente stagionato affinché non si deformi e affinché non si arrechino danni alle parti della copertura alle quali è collegato; sceglierà le tavole di abete o di larice o di altra essenza disposta dalla direzione lavori, perfettamente piallate, dello spessore adeguato e dotate di immaschiatura; prima della posa dovrà trattare il materiale con prodotti fungicidi e antitarlo; disporrà le tavole secondo le direzioni previste (ossia parallelamente alla gronda per il primo strato e ortogonalmente per il secondo strato) partendo dalla gronda fino a arrivare al colmo.

Sarà necessario ne rispetti rigorosamente il parallelismo e che provveda ad ancorarle agli elementi strutturali sottostanti mediante viti autofilettanti in acciaio inox o mediante chiodi nervati lungo l'asse, assicurando la perfetta complanarità degli elementi.

Nei casi in cui lo scempiato sia realizzato in pannelle o in mezzane di laterizio oppure quando si voglia mettere in opera sul primo strato di tavole una caldana di calcestruzzo, l'appaltatore dovrà provvedere a fare sì che essa sia perfettamente collegata allo strato su cui insiste e agli elementi strutturali sottostanti, in modo da risultare collaborante.

La caldana sarà dotata di armatura metallica, per esempio rete elettrosaldata delle adeguate dimensioni, ben collegata con connettori, quali per esempio viti di lunghezza adeguata, atti a solidarizzare la caldana alle strutture lignee sottostanti: pertanto tali connettori saranno legati alle rete di armatura.

Successivamente l'appaltatore predisporrà il conglomerato costituente la caldana secondo la composizione prevista; la caldana potrà essere alleggerita o migliorata anche sul piano del contenimento delle dispersioni termiche mediante aggiunta di argille espansa o altri materiali preferibilmente naturali, purché si conservino le condizioni di rigidità poste alla base dei calcoli strutturali.

Nella predisposizione del conglomerato, l'appaltatore avrà cura di rispettare i dosaggi dei materiali, inclusi gli inerti, e valuterà insieme alla direzione lavori la possibilità di utilizzo di calce idraulica.

Avrà altresì cura di posizionare la rete di armatura in posizione mediana all'interno della caldana, così da assicurare si realizzi il comportamento previsto in progetto.

### **Consolidamento di elementi di solai lignei strutturali Ricostruzioni e integrazioni di parti degradate di travi**

Per travi degradate l'appaltatore, una volta eseguita la puntellatura, procederà con metodi possibilmente non distruttivi. Verranno pertanto valutati innanzitutto interventi conservativi degli elementi già in opera, i quali verranno integrati per esempio con mensole, saette, puntoni, ecc., oppure si provvederà a scaricarli trasferendo altrove i carichi.

Nel caso in cui sia impossibile realizzare tali interventi l'appaltatore, dopo aver eseguito la puntellatura con ritzi regolabili di cantiere, rimuoverà, se sarà ritenuto necessario, gli strati



sovrastanti di pavimento, di massetto o del manto di copertura e le orditure secondarie; rimuoverà le parti lignee che a giudizio della direzione lavori non potranno essere risanate e ricostruirà le parti ammalorate e marcescenti in maniera da assicurare la continuità del materiale necessaria alla trasmissione degli stati pensionali; eseguirà i perfori necessari seguendo le disposizioni di cantiere e ripulirà i fori da ogni traccia di truciolo mediante aspirazione. Secondo quelle che sono le indicazioni di progetto, userà armature in acciaio o in resina di poliestere rinforzato con fibre di vetro (o altre fibre) disposte con l'andamento richiesto dal caso specifico. Una volta inserite le barre di consolidamento, le inietterà con malta reintegrante alla quale sarà stata aggiunta polvere legnosa il più possibile simile alla trave. Solo se espressamente richiesto potrà usare resine e betoncini, sempre seguendo scrupolosamente tutte le indicazioni previste dagli specifici prodotti e conservando in cantiere ogni elemento atto a verificarne le caratteristiche. In ogni caso, dovrà amalgamare tali sostanze con residui di lavorazione del legname (farina o trucioli) o con altri materiali vegetali puliti e privi di impurità.

Qualora richiesto, l'appaltatore dovrà adoperarsi per rimuovere gli strati superficiali recuperabili della trave in modo da reimpiegarli a consolidamento avvenuto, affinché resti inalterato l'andamento delle fibre delle parti esteriori; per le parti non recuperabili, dovrà provvedere con opportune reintegrazioni che ripropongano l'andamento delle fibre. Solo a presa avvenuta potranno essere rimosse le puntellature.

### **Rigenerazione di testate di travi**

Per travi di copertura, incluse quelle delle capriate, che presentino testate degradate non più idonee ad assicurare un adeguato appoggio e che per qualsiasi ragione non possano o non debbano essere sostituite, l'appaltatore dovrà procedere all'effettuazione di indagini di approfondimento sulle cause del degrado, in modo da approntare l'intervento idoneo al caso.

In accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, verrà individuato un intervento ricostruttivo il meno possibile invasivo, il quale dovrà basarsi su quelle tecniche in grado di proporre la soluzione più prossima alla natura dei materiali e a quella delle tecniche già in opera.

Nell'esecuzione delle protesi in legno, una volta eseguite tutte le operazioni preliminari fino alla liberazione della testata della trave, l'appaltatore provvederà a rimuovere le parti deteriorate e marcescenti adoperando i mezzi meno aggressivi; una volta rimosse le parti non utilizzabili, l'appaltatore sceglierà legname della medesima essenza e della migliore qualità e, una volta trattato affinché non possa essere attaccato da funghi e batteri, provvederà a eseguire la protesi con la sagoma adatta al caso specifico, assicurando i giusti collegamenti e le giuste ammorsature con la trave esistente mediante incastri a pettine, inclinati o simili, a seconda anche delle sollecitazioni che la trave del solaio o della copertura potrà ricevere.

La protesi potrà essere ricavata sia da un unico elemento ligneo che dalla unione di più elementi (per esempio più tavole sovrapposte e collegate), anche con interposizione di rinforzi metallici in acciaio inox sottoforma di lamine.

Se le condizioni di carico lo permettono e se ci si trova in presenza di arcarecci, l'appaltatore potrà provvedere a realizzare placcature sulle superfici interessate con legname multistrato.

Le protesi faranno affidamento sulle unioni ottenute per incastro, su collanti specifici, su bullonature in acciaio inox oppure su cravatte metalliche, anche queste in acciaio inox.

### **Consolidamento di travi mediante cerchiature metalliche**

Le cerchiature metalliche ortogonali all'asse serviranno a consolidare travi fessurate e deformate: sarà cura dell'appaltatore verificare che il legname non venga attaccato da funghi o da altri agenti e patologie deterioranti e debilitanti.

Dopo aver eseguito tutte le operazioni preliminari, compresa l'eventuale puntellatura, verranno messe in opera cerchiature metalliche in acciaio inox piatto delle dimensioni previste in fase di progetto o disposte dalla direzione lavori, dotate di elementi di collegamento e di meccanismi per la regolazione della trazione in punti facilmente accessibili. Al fine di evitare in fase di serraggio fenomeni di tranciamento delle fibre

superficiali, i piatti saranno arrotondati lungo i bordi longitudinali e, se necessario, anche leggermente sollevati.

Gli eventuali collegamenti alla trave saranno realizzati con viti autofilettanti in acciaio inox inserite in fori di invito di piccole dimensioni, eseguiti con trapano a sola rotazione.

### **Consolidamento di travi mediante rinforzo estradossale o intradossale**

Le travi non più sufficienti a sopportare i carichi potranno essere rinforzate, una volta eseguite le operazioni di puntellatura adeguate al caso, con elementi metallici posti all'estradosso, all'intradosso oppure sulle facce laterali.

Verranno utilizzati piatti o profili idonei, a seconda del grado di dissesto e delle condizioni generali dei luoghi.

Per i rinforzi eseguiti con ferri piatti, una volta puliti e trattati gli elementi metallici con prodotti antiossidazione, l'appaltatore eseguirà sulla trave i fori secondo le dimensioni e le direzioni previste e successivamente eseguirà i fori sui ferri piatti, collegando trave e rinforzo con i bulloni serrati.



Nel caso di interventi estradossali, dovranno essere rimossi tutti gli strati sovrastanti; il collegamento tra trave lignea e rinforzo in acciaio sarà assicurato da cravatte, anch'esse metalliche, pulite e trattate con prodotti antiossidazione.

Solo nei casi in cui si dovranno realizzare controsoffittature o ambienti di servizio, si realizzeranno consolidamenti dall'intradosso.

Dopo la posa degli ausili strutturali, appena sotto le travi lignee oppure di fianco verranno realizzati gli alloggiamenti dei profilati in acciaio. Verranno inserite le putrelle e successivamente messi in opera i collegamenti alla trave esistente mediante cravatte o fasce di serraggio, le quali garantiranno una continuità di comportamento ai carichi.

Qualora non si riuscisse a ottenere una perfetta aderenza tra i rinforzi e la trave, l'appaltatore provvederà a interporre elementi di contrasto (preferibilmente lignei).

Se necessario, la sezione resistente della trave potrà essere aumentata dall'estradosso, con l'inserimento sui travicelli di una robusta tavola in legno per tutta la lunghezza, collegata agli stessi travicelli e alla trave mediante viti autofilettanti di dimensioni adeguate.

### **Consolidamento di travi inflesse mediante centinatura**

Le travi inflesse potranno essere consolidate, senza eseguire smontaggio, mediante tirantature poste all'intradosso realizzate con cavi d'acciaio inox (ainsi 304, ainsì 314), generalmente trefoli delle misure minime indispensabili collocati in apposite scanalature eseguite sulla superficie intradossale.

Alle estremità della trave da consolidare i cavi avranno andamento inclinato all'interno della sezione lignea, fino a riemergere all'estradosso opportunamente ancorati e dotati di regolatori di tensione.

Se necessario, i cavi potranno essere messi in trazione anziché direttamente sulla trave, mediante cavalletti distanziatori che contemporaneamente trasmetteranno una sorta di controflessione alla trave deformata; tali cavalletti dovranno assicurare lo scorrimento dei cavi in acciaio.

L'intervento necessiterà di ausili quali cravatte e cerchiature regolabili, anch'esse in acciaio, messe in opera in punti adeguati secondo le prescrizioni di progetto, assicurandosi che esse non vadano soggette a scivolamenti.

L'appaltatore avrà cura di interporre distanziatori lignei in modo da evitare fenomeni di condensa, i quali potrebbero essere causa di deterioramenti.

## Costruzione di orizzontamenti piani Costruzione di nuovi solai orizzontali

### Generalità

I lavori di realizzazione di orizzontamenti piani, sia inclinati che orizzontali, saranno definiti dal progetto e dalla direzione lavori, inclusi i carichi previsti e i sovraccarichi accidentali.

Generalmente, negli edifici storici o sottoposti a tutela, si prediligeranno solai tradizionali che l'appaltatore eseguirà con diligenza e appropriatezza, apportando eventuali modifiche e adattamenti che in fase esecutiva dovessero rendersi necessari.

### Controsoffitti

I controsoffitti saranno eseguiti seguendo le sezioni e le altezze previste in progetto.

Essi potranno essere piani o sagomati e pertanto potranno richiedere anche l'impiego di adeguate centinature. Dovranno in ogni caso possedere la giusta rigidità o consistenza, così da evitare che nel tempo si possano formare crepe e fessurazioni; dovranno essere assicurati sfiatatoi e griglie per la fuoriuscita e il movimento dell'aria nell'intercapedine.

I controsoffitti in camorcanna (camera canna) saranno realizzati su un'armatura principale (rettilenea o curvilinea 6 x 12 cm) in legno di abete che costituirà la costolonatura posta a interasse non superiore a 1 m; alla costolonatura saranno chiodati e fissati con raggette i correntini trasversali (4 x 4 cm) a un interasse pari a 30 cm circa; lungo i muri perimetrali i correntini poggeranno su un listello fissato alla muratura oppure direttamente sulla muratura stessa; all'orditura dei correntini verrà fissata la rete in ferro zincato di diametro di 1 mm circa e a maglia 1 x 15 mm.

Successivamente, l'appaltatore provvederà al rinzafo con malta bastarda per la predisposizione del supporto sul quale infine verrà realizzata la finitura con intonaco di calce idraulica ben steso e liscio, in modo che non siano visibili irregolarità e imperfezioni.

I controsoffitti tipo Perret o simile saranno realizzati ancorando all'intradosso del solaio opportuni elementi metallici, tipo cavallotti, atti a sostenere il controsoffitto stesso; successivamente saranno messe in opera le tavelline in laterizio e l'armatura metallica in tondini di ferro collegata ai cavallotti mediante cemento Portland. Si provvederà infine alla realizzazione della finitura di intradosso.

I controsoffitti tipo Strauss o a graticcio saranno realizzati mettendo in opera la rete metallica in ferro dolce ricotto (maglia 2 x 2 cm e diametro 1 mm), dotata di nodi in cotto, su cavallotti del tutto simili a quelli descritti in precedenza e aventi funzione di supporto. Tale rete potrà essere messa in opera su struttura centinata curvilinea o piana, in ogni caso opportunamente tesa e fissata lungo il perimetro con grappe e longherine, oltre che nei punti necessari, in modo da poter conservare la curvatura. Con forza verrà gettata la malta che penetrerà nelle maglie e si aggrapperà ai nodi di argilla.

I controsoffitti in cartongesso saranno realizzati fissando con opportuni ganci o linguette di ancoraggio le lastre di cartongesso a una intelaiatura lignea (o in profilati di alluminio) a graticcio, posta all'intradosso del solaio. Sarà cura dell'appaltatore sigillare i giunti e rasare le superfici in maniera che non siano visibili fessurazioni e dislivelli.

## **Consolidamento, integrazione di materiali e di stucature esistenti**

### **Consolidamento e integrazioni di materiali**

#### **Generalità**

Qualunque intervento di consolidamento e di integrazione dei materiali sarà eseguito solo dopo accurata indagine sulle caratteristiche specifiche del materiale (arenaria, tufo, calcare, ecc.), sul quadro delle patologie e del grado di degrado presenti sulle superfici, a partire dal degrado fisico e materico per arrivare a quello chimico.

Sarà necessario acquisire la conoscenza degli agenti patogeni o degli agenti strutturali dinamici responsabili del degrado prima di eseguire le integrazioni, così da procedere alla rimozione delle cause che li hanno generati: ciò sarà utile all'individuazione della tecnica di intervento più appropriata da applicare sul supporto da consolidare. Saranno utili inoltre tutte le raccomandazioni NorMaL, sia quelle relative alle indagini che quelle relative alle prove e alle valutazioni.

L'appaltatore, perciò, prima di intervenire, anche in presenza di indicazioni di progetto, dovrà appurare in cantiere che le condizioni poste alla base della soluzione siano verificate in tutto o in parte.

Eseguirà dunque campionature catalogando ogni prova e annotando il tipo di prodotto impiegato, la metodologia esecutiva applicata, la data di confezionamento e ogni informazione utile a effettuare scelte consapevoli. Dovrà inoltre verificare se le fessure o le lacune siano diffuse in modo omogeneo o a macchia di leopardo: in ogni caso prima di intervenire dovrà concordare ogni eventuale operazione con la direzione lavori.

Qualunque tipo di consolidamento e di integrazione sarà teso al miglioramento delle prestazioni meccaniche sia superficiali che endogene e non dovrà alterare le prestazioni idrometriche, le quali dovranno sempre garantire la traspirabilità del materiale: pertanto si sceglieranno quei prodotti che otterranno solo in parte i pori dei materiali e che saranno in grado di penetrare il più possibile nello spessore del materiale stesso, onde evitare che si formi una sottile cortina pellicolante più resistente e impermeabile rispetto all'interno, il quale resterebbe comunque fragile.

Questi interventi consolidativi sono pressoché irreversibili, pertanto dovranno essere selezionati con cautela e altrettanto dovrà farsi con la posa.





In conclusione, i metodi di consolidamento potranno essere o strutturali o corticali (chimici).

In relazione alle stuccature, seguendo le raccomandazioni NorMaL, per i materiali lapidei sono da escludere quelle realizzate a cemento, a causa del differente coefficiente di dilatazione termica del cemento rispetto alla pietra e in quanto veicolo di formazione di sali solubili in superficie.

### **Consolidamento di materiale lapideo e ligneo mediante integrazioni**

Il consolidamento del materiale lapideo e ligneo di cui è costituito il manufatto sarà consigliabile quando il materiale stesso dovesse presentare fratture evidenti o perdita di funzionalità strutturale a causa del proprio degrado; in accordo con le raccomandazioni NorMaL, si intende per materiale lapideo sia la pietra naturale che la pietra ottenuta artificialmente ossia l'intonaco, il laterizio, la malta e lo stucco.

Questo tipo di intervento consisterà nel mettere in opera in affiancamento al materiale degradato altro materiale, atto a sostenere le sollecitazioni che il primo non è più in grado di contrastare.

L'intervento potrà essere eseguito qualora il degrado e le fessurazioni non siano dinamiche, nel senso che la causa che le ha originate sarà già stata eliminata o stabilizzata.

A seconda del tipo di materiale da consolidare (legno o pietra), l'appaltatore dovrà intervenire sotto stretta sorveglianza della direzione lavori, concordando le parti da predisporre per le nuove integrazioni, selezionando il tipo di giunto/incastro o di collegamento che possenga i requisiti di resistenza necessari al caso.

I lavori saranno preceduti da un'adeguata operazione di pulizia mediante utensili per l'asportazione delle patine superficiali inconsistenti e per la rimozione dei frammenti residuali e di precedenti trattamenti e stuccature; successivamente, le superfici saranno lavate con acqua deionizzata e nuovamente ripulite da ogni scoria, specie all'interno delle fessurazioni.

Per interventi di integrazione di parti consistenti di materiale, in particolare di pietra naturale, si potranno usare perni in acciaio inox e barre in titanio o in vetroresina, inserite in appositi fori (ottenuti con trapani a sola rotazione) ripuliti di ogni residuo e si potrà fare uso di adeguati adesivi quali malta idraulica oppure prodotti epossidici a due componenti.

Le integrazioni lignee potranno essere ancorate con perni lignei lavorati, così da ottenere il giusto incastro. Nel caso in cui si operi su materiali che compongono murature o strutture soggette a umidità e fenomeni di efflorescenze, dovranno dapprima essere risolti questi problemi.

I materiali da integrare, specie se in vista, saranno della stessa tipologia fisica, chimica e estetica del materiale in opera, definendo fin dall'inizio il tipo di effetto visivo da raggiungere.

I giunti dovranno essere ben solidarizzati con opportuni sistemi, inclusi collanti idonei al caso.

Consolidamento corticale di materiale lapideo, di laterizio e di malte mediante sostanze chimiche

Il consolidamento corticale di materiale lapideo, di laterizio e di malte mediante sostanze chimiche è preferibile quando si è in presenza di materiali porosi (pietra, mattoni, malte) che consentono il passaggio del consolidante per capillarità e successivamente per diffusione; il consolidamento può interessare l'intera o parti specifiche di essa.

Questo intervento serve a rendere coeso lo strato superficiale con quello sottostante: mediante l'applicazione di sostanze chimiche che penetreranno in profondità, il materiale migliorerà le proprie prestazioni fisiche.

I prodotti consolidanti saranno scelti sulla base dei materiali da consolidare, pertanto potranno essere impiegati: latte di calce, silicati o comunque prodotti in grado di penetrare nel materiale e migliorarne le caratteristiche.

I materiali chimici per il consolidamento potranno essere organici o inorganici e non dovranno polimerizzare in fretta così da consentire, oltre che il transito per capillarità, anche la successiva diffusione.

Tra i materiali organici si possono segnalare le resine acriliche, quelle poliuretaniche e l'etere etilico opportunamente trattato; questi polimeri invecchiano facilmente e si degradano in presenza di particolari agenti atmosferici, mutando colore e divenendo rigidi.

Tra i materiali inorganici invece possono essere impiegati, per le malte e le pietre calcaree, il latte di calce e, per murature e pietre in generale, prodotti a base di silicati.

Saranno eseguite campionature che verranno etichettate e catalogate e si attenderà il risultato finale per poter effettuare la scelta più appropriata.

Le superfici dovranno essere accuratamente ripulite, sgrassate e private delle parti decorse oppure, se necessario, preconsolidate per evitare che l'applicazione a pennello del prodotto possa provocare la rimozione di ulteriori frammenti. L'applicazione può avvenire sia in opera oppure, per parti amovibili, in laboratorio per immersione in contenitori a tenuta e sotto vuoto.

In cantiere, le parti che non dovranno essere trattate verranno accuratamente protette.

Si procederà perciò al confino delle parti da consolidare, in modo da poter intervenire adottando la modalità più efficace a far permeare il prodotto consolidante, limitando al minimo la dispersione del prodotto stesso. Si potranno eseguire interventi a pennello, a

tampone o a rullo quando lo stato di degrado non sia tale da progredire a causa del passaggio di tali attrezzi.

Si potranno impacchettare per intero le superfici da trattare o piccole zone (tasche) di esse, facendo uso di materiale impermeabile in modo da creare il sottovuoto e procedere all'immissione del prodotto attraverso forature, sia agendo per gravità che con modestissima pressione.

Si potrà in alternativa ricoprire la superficie con impacchi di pasta di cellulosa oppure ovatta e procedere all'imbibizione della pasta.

A seconda del prodotto scelto e della tipologia di degrado operante sul materiale, alcuni interventi potranno essere realizzati più semplicemente con macchine a pressione in grado di nebulizzare la sostanza consolidante così da farla penetrare a fondo.

Se necessario e utile al recupero del prodotto in eccesso, sotto la zona di intervento verrà realizzato un canale di raccolta del prodotto.

### **Consolidamento in superficie di materiale ligneo**

Le fenditure del materiale ligneo, sia esso strutturale che non strutturale, saranno lasciate a vista se richiesto dalla direzione lavori o dagli organismi preposti alla tutela del bene.

Nei casi in cui tali fenditure debbano essere sigillate in quanto incentivanti lo stato di degrado, anche a livello strutturale, si dovrà intervenire mediante applicazione di resine sigillanti additivate con polvere lignea e segatura di varia granulometria, le quali conferiscano alla resina stessa un colore del tutto simile al legname da lasciare a vista.

Nel caso si nutrano dubbi sulla resistenza localizzata, prima della posa della resina sigillante si metteranno in opera barrette di armatura in vetroresina.

Tutte le operazioni dovranno avvenire previa pulizia e eventuale trattamento fungicida e antiparassitario delle superfici, in ambiente privo di umidità e non esposto ai raggi solari, a temperature non basse, seguendo rigorosamente le prescrizioni del prodotto utilizzato.

### **Elementi decorativi Cornici e aggetti**

#### **Cornici e aggetti realizzati su manufatti in muratura**

Se previsto in progetto e disposto dalla direzione lavori, l'appaltatore eseguirà cornici, aggetti, marcapiani, lesene, bassifondi e ogni altra decorazione richiesta mediante intonacatura o mediante altra tecnica disposta seguendo scrupolosamente le indicazioni che gli saranno state date.



Nel caso in cui tali aggetti siano di modesta entità, eseguirà un reticolo costituito da chiodi, perni e filo metallico, tutto zincato o inox, che servirà da supporto alla malta da modellare.

Nel caso in cui gli aggetti siano consistenti, eseguirà le sporgenze mediante mattoni con profilo a gradoni, adattandole il più possibile alla forma finale.

Su tali sistemi di supporto, verrà gettata con vigore mediante cazzuola la malta da rinzafo, che costituirà la base di lavoro: la malta sarà preparata con calce idraulica naturale e inerti quali pozzolana e sabbia e, se necessario, anche cocchiopesto. I dosaggi e la granulometria degli inerti seguiranno le disposizioni della direzione lavori e generalmente diminuiranno sugli strati superficiali.

A presa avvenuta, ma su superfici non completamente asciutte, su tale malta verrà nuovamente steso un secondo strato di malta più fina (abbozzo), che comincerà ad assumere la forma finale.

Sarà necessario realizzare in negativo le modine o le sagome del profilo richiesto, preferibilmente in metallo, cosicché perderanno difficilmente la forma.

Verranno messe in opera due guide metalliche o di legno duro, sulle quali la sagoma verrà fatta scorrere ortogonalmente alla cornice in modo da modellare il profilo.

Infine, verrà messa in opera la malta finale con funzione di stucco che sarà lavorata in modo da avere una finitura liscia e ben profilata.

Per cornici o modanature con base strutturale in mattoni, la modellazione potrà essere realizzata anche manualmente con i soli strumenti da muratore, purché il risultato sia del tutto simile a quello richiesto.

La finitura superficiale sarà eseguita secondo le prescrizioni di cantiere.

Potranno rendersi necessarie spugnature per l'eliminazione delle scorie di lavorazione o picchiettature con spazzole di saggina per ottenere l'irruvidimento della superficie.

### **Cornici e aggetti a base di cemento realizzati in cassaforma**

Le cornici, i davanzali, i timpani di aperture, le mensole sottogronda (e quant'altro possa essere stato disposto in base cementizia) da eseguirsi in opera e poi collocate in situ, saranno realizzati con malta di cemento dosata a 400 kg.

Verranno eseguite tutte le armature richieste, inclusi i sistemi di staffe, all'interno delle casseformi predisposte con la sagoma finale e verrà quindi gettata la malta, facendo attenzione a non generare bolle e vuoti dannosi.

Verranno eseguite tutte le operazioni necessarie affinché la malta di disponga correttamente e uniformemente, inglobando interamente l'armatura.

A presa avvenuta, gli elementi decorativi saranno tolti dalle casseformi e messi in opera, procedendo a eventuale rasatura superficiale per eliminare imperfezioni e per ottenere il tipo di finitura desiderata.

Le lavorazioni saranno completate con eventuali raccordi da eseguire in opera tra gli elementi e le murature di supporto e tra gli stessi elementi contigui.

## **Consolidamento e integrazioni di elementi decorativi Integrazioni di stucchi e modanature in pietra artificiale**

### **Generalità**

L'intervento avrà come finalità il consolidamento o la ricostruzione di modanature quali cornicioni di gronda, cornici marcapiano, profili di archi e riquadrature aggettanti in generale, paraste, bugne, ecc, realizzate mediante pietra artificiale ossia mediante malta di calce e/o di cemento.

L'appaltatore dovrà rimuovere tutte le parti decoese e pericolanti e aspirare le polveri residuali.

L'operazione di pulizia interesserà anche tutte le eventuali pellicole di tinte, trattamenti o rasature inopportune, patine degradanti e quant'altro non debba essere conservato.

Verrà successivamente individuato il bordo della lacuna e verranno quindi predisposte le superfici per l'integrazione, rese sufficientemente scabre in modo da migliorarne l'ancoraggio.

Nel caso in cui le modanature presentino già un'armatura metallica interna, questa dovrà essere liberata, possibilmente anche a tergo, così da fare affluire la nuova malta e accuratamente ripulita, fino a giungere alla superficie bianca e trattata con boiaccia passivante anticarbonatante.

Se, invece, si renderà necessaria la posa di armatura al fine di migliorarne la modellazione e la tenuta dello stucco, si procederà con l'inserimento di semplici chiodi in acciaio inox a testa larga oppure con barrette filettate, sempre inossidabili, seguendo un'adequata disposizione (generalmente sarà a quinconce).

Le estremità di tali ferri o chiodi saranno collegate con fili di ferro zincato o con fili di ottone, in modo da costruire un vero e proprio reticolo di sostegno.

Nei casi in cui gli spessori delle modanature siano maggiori, le barre potranno essere piegate all'estremità libera a forma di uncino così da migliorare la tenuta della malta; per spessori notevoli, l'appaltatore procederà per strati successivi ossia effettuerà gli interventi



come illustrato in precedenza e, a presa avvenuta, eseguirà un successivo intervento, fino a giungere agli spessori richiesti.

In alcuni casi, il primo strato potrà essere costituito da tavelline in laterizio oppure da tavole di legno ben stagionato con funzione di centinatura. La malta sarà predisposta secondo la composizione già usata per le parti da reintegrare: per questa ragione, l'appaltatore dovrà eseguire tutte le indagini e gli accertamenti necessari a individuare correttamente la composizione.

Per cornici e modanature esterne la composizione potrà essere a base di calce idraulica naturale o di grassello di calce (complessivamente 4 parti), mentre per gli interni si potrà fare anche uso di gesso, adoperando le armature adeguate (frequentemente nella tradizione locale l'armatura è costituita da legno o cannuccia).

Gli inerti per la carica della malta saranno prevalentemente sabbia lavata e vagliata, ma potranno usarsi anche pozzolana, cocciopesto o polvere di materiale lapideo, a seconda delle necessità o del tipo di esito finale che si dovrà raggiungere (complessivamente 10 parti).

Per migliorare o modulare gli effetti cromatici finali, si potranno aggiungere pigmenti minerali, specie negli strati finali.

Si procederà con la posa della malta per strati successivi, attendendo che quella precedente, se di supporto, abbia fatto presa.

Per grossi spessori, la composizione della malta potrà variare e saranno preferibili inerti a maggiore granulometria per gli strati più profondi.

### **Integrazioni di cornici**

L'appaltatore dovrà predisporre apposite modine di alluminio o di acciaio zincato con profilo in negativo della parte da modellare per la modellazione dei profili delle modanature.

Le cornici saranno bordate inferiormente e superiormente da tavole di legno duro o da piatti di metallo, i quali avranno fungeranno da guide sulle quali il modine verrà fatto scorrere correttamente con azione vigorosa e decisa, in posizione ortogonale rispetto alla cornice, avendo cura di tenerlo sempre pulito per evitare rigature delle superfici; l'operazione dovrà essere eseguita solo quando la malta abbia già fatto presa e si presenti ancora modellabile.

Per cornici grandi si potrà operare anche per strati successivi, realizzando doppio modine con prima sagoma solo in abbozzo; in relazione alla lunghezza, l'appaltatore procederà per tratti cosicché non si creino tratti che nell'arco della giornata possano fare presa senza che possano essere modellati.

Se le cornici o le modanature in generale hanno invece già una base strutturale in mattoni, la modellazione può essere realizzata anche manualmente con i soli strumenti da muratore, purché il risultato sia del tutto simile a quello preesistente. La finitura superficiale sarà

eseguita secondo le prescrizioni di cantiere. Potranno essere necessarie spugnature per l'eliminazione delle scorie di lavorazione o picchiettature con spazzole di saggina per ottenere l'irruvidimento della superficie.

### **Integrazioni di bugne**

L'integrazione di bugne avrà come obiettivo la ricostruzione di bugne degradate realizzate con pietra artificiale.

Dopo aver eseguito tutte le indagini, realizzato le preparazioni del supporto e quant'altro sia necessario, l'appaltatore predisporrà le sagome richieste per la modellazione, avendo cura di realizzare una sagoma per la modellazione verticale e un'altra per la modellazione orizzontale.

La malta sarà anche in questo caso preparata prevalentemente con base di calce idraulica e inerti della tipologia simile a quella del supporto esistente.

Si procederà come per le cornici, operando però nelle due direzioni singolarmente per ogni bozza.

Per spessori notevoli si costruirà l'armatura metallica procedendo per strati sovrapposti o con tavelle in laterizio con funzione di supporto per la malta, seguendo le prescrizioni già elencate nella voce sulle cornici. La superficie finale della bugna ricostruita verrà lavorata con finitura simile alle bugne esistenti o seguendo le indicazioni disposte in cantiere.

### **Integrazioni mediante tassellature**

L'integrazione mediante tassellatura, ossia mediante l'integrazione della parte mancante con una nuova che dovrà riprodurre esattamente la forma, interesserà elementi decorativi quali cornici, gradini, riquadrature o altro, realizzati con materiale a vista, specie materiale lapideo.

La cavità della lacuna dovrà dapprima essere ripulita e eventualmente preparata anche nella forma, così da assicurare una giusta continuità e un giusto incastro con l'elemento di reintegro.

Il tassello sarà realizzato nella stessa geometria della parte mancante e sarà lavorato superficialmente come il materiale preesistente oppure secondo le disposizioni della direzione lavori.

Per piccole porzioni, si potrà procedere con malta di calce idraulica oppure mediante semplice prodotto adesivo a base di resine epossidiche a due componenti; per tasselli di considerevoli dimensioni, si opererà assicurando il collegamento al supporto con eventuali incastri e calettature: se ciò non dovesse essere possibile si procederà mediante perni in acciaio zincato o inossidabile sottoforma di barre a aderenza migliorata inserite in fori

ottenuti con trapano a sola rotazione e, una volta eliminate le scorie di lavorazione, inserendo resina epossidica bicomponente.

La finitura superficiale sarà una stilatura dei giunti ottenuta mediante l'impiego di malta simile a quella in opera inserita nelle committiture tra il nuovo elemento e il vecchio elemento.

### **Fissaggio di lastre di rivestimento**

Il materiale di rivestimento, prima che si intervenga su di esso, andrà opportunamente indagato oltre che nelle sue caratteristiche chimico-fisiche, anche in relazione allo stato conservativo e al sistema di fissaggio o di adesione al supporto: pertanto verrà effettuata una mappatura, la quale segnalerà la presenza o meno di grappe metalliche, di zanche o di tasselli, elementi ai quali si relazionerà il degrado di fissaggio. Qualora tali elementi conservino la loro efficacia, si mantengano ben conservati e non siano in esubero rispetto a quelli strettamente necessari, verranno lasciati in opera; in caso contrario dovranno essere sostituiti o eliminati.

Si procederà dunque alla rimozione delle lastre per le quali è richiesto l'intervento di nuovo fissaggio, numerandole e accatastandole, in maniera che in fase di montaggio sia facile la ricostruzione del paramento di rivestimento. I nuovi perni, le nuove zanche e ogni nuovo elemento di ritegno, dovranno essere in rame, ottone o acciaio a doppia zincatura, onde evitare fenomeni di dannosa ossidazione, e saranno scelti a seconda del peso delle lastre; potranno essere a sistema fisso o regolabile, a seconda delle necessità di cantiere. Saranno eseguite le necessarie perforazioni sul supporto con strumenti a sola rotazione e le cavità verranno ripulite, tenendo conto che ogni lastra dovrà essere tenuta dal sistema autonomo di fissaggio senza gravare sulla lastra sottostante per non danneggiarla.

La sigillatura del sistema di fissaggio sarà eseguita con malta di calce idraulica naturale caricata con pozzolana o cocchiopesto, dopo che i perfori siano stati irrorati con acqua in modo da evitare brusche bruciature della malta. Se necessario, tra le lastre potrà essere interposto materiale elastico atto ad assorbire i movimenti e a creare un pur minimo supporto.

Fori e stuccature dovranno essere accuratamente sigillati così da evitare dannosi fenomeni di infiltrazione. Secondo le disposizioni della direzione lavori, a tergo delle lastre potrà essere inserita una imbottitura di malta che costituirà un supporto contro accidentali rotture del materiale.

### **Stuccatura di paramenti murari e di materiali**

La risarcitura dei giunti di malta del paramento murario dovrà essere eseguita con accortezza, dopo che siano state attentamente esaminate la natura e la tipologia della malta esistente.





La nuova malta dovrà essere predisposta seguendo le disposizioni di progetto o quelle della direzione lavori. In assenza di tali indicazioni sarà impiegata quella del tipo tradizionale già in opera, sia per consistenza, che per cromia, composizione e resistenza.

Considerato che le finalità di tale intervento sono tese alla rimozione dei fenomeni di degrado e alla ricostruzione della continuità, onde evitare infiltrazioni dannose o crescita di vegetazione infestante, l'operazione di sigillatura sarà eseguita con estrema cura.

L'appaltatore interverrà in via preventiva asportando e eliminando, sia manualmente che mediante lavaggio, le parti incoerenti e inconsistenti; l'aspersione con acqua assicurerà anche che il supporto murario sia saturo e non assorba l'acqua della malta.

Se necessario, le parti sulle quali non si dovrà intervenire verranno protette.

Saranno necessarie prove campionate e annotate, eseguite con diversi inerti sia per quantità che per qualità, in modo da avvicinarsi il più possibile ai giunti originari o alla soluzione progettuale proposta.

La composizione della malta sarà disposta dalla direzione lavori e sarà comunque a base di calce idraulica o di grassello di calce; come inerti verranno impiegati sabbia di fiume, pozzolana o cocchiopesto, a seconda del caso.

Si opererà agendo a più strati e a più riprese, specie laddove i giunti da rabboccare siano profondi, mediante l'uso di cazzuoline, di spatoline o di cucchiari. Per la stilatura superficiale si preferirà il grassello di calce. Quando la malta avrà fatto presa, l'appaltatore interverrà compattando il giunto in modo che eventuali cretti vengano assorbiti.

Nel caso in cui si debba rendere scabra la superficie dei nuovi giunti, si interverrà punzonandola con spazzola di saggina.

L'uso dei ferri per sagomare il profilo del giunto sarà subordinato alle scelte di progetto e della direzione lavori; infine, un lavaggio superficiale eliminerà i residui di lavorazione e manterrà un regime umido utile ai ritiri eccessivi.

### **Integrazioni di materiale laterizio mediante stuccatura**

Le stuccature, più o meno consistenti a seconda della gravità della perdita del materiale o di quella delle fratture, saranno utili nei casi in cui il paramento murario in laterizio dovesse presentare erosioni di elementi, microfratture e cavillature, desquamazioni o alveolature, ove non si possa sostituire con operazioni di scuci- cuci superficiale, al fine di preservare le superfici dall'avanzamento del degrado causato dagli agenti atmosferici e dall'azione del gelo.

L'appaltatore dovrà eseguire preventivamente provini di stuccature, campionandole adeguatamente, in modo da consentire la valutazione del risultato a superficie asciutta.



Eseguite tutte le operazioni preliminari di pulitura, lavaggio e preparazione del supporto, inclusa la protezione delle parti non interessate dall'intervento, l'appaltatore, sotto la sorveglianza della direzione lavori, predisporrà la malta seguendo scrupolosamente i dosaggi previsti in progetto: farà uso di 10 parti di grassello di calce spenta da almeno dodici mesi, evitando nella maniera più assoluta l'impiego di calce idrata con aggiunta di acqua.

Nella miscela, oltre l'acqua, verranno aggiunte cocchiopesto e pozzolana per un totale di 30 parti; l'emulsione potrà essere rafforzata con l'aggiunta di un fluidificante.

Le operazioni di stuccatura saranno eseguite con piccole cazzuole, con cucchiari e spatoline, avendo cura di riempire le lacune e di restituire la forma originaria al materiale.

Nel caso in cui siano presenti piccole fessure, l'appaltatore potrà operare anche con pennellature o con iniezioni di boiaccia composta con le stesse modalità della malta preesistente, riducendo però il dosaggio di inerti.

Per lacune di una certa entità e quando l'integrazione con la stuccatura raggiunga spessori consistenti con rischio di ritiro e di fessurazioni della stessa malta reintegrante, è necessario che l'appaltatore intervenga inserendo un'armatura leggera in acciaio inox oppure perni inox, entrambi di tipo austenitico ossia con buone doti di lavorabilità manuale mediante piegatura e sagomatura.

L'armatura metallica non dovrà comunque mai essere realizzata con materiale ossidabile, così da non danneggiare il laterizio; in alternativa, si potrà fare uso di barre di titanio o di vetroresina, a seconda se si abbia o meno necessità di un certo grado di resistenza meccanica. L'armatura sarà inserita in appositi fori ottenuti mediante trapano a sola rotazione, in modo che il materiale non subisca ulteriori sollecitazioni e rotture; questi fori verranno successivamente puliti, aspirati e poi lavati con acqua deionizzata per eliminare scorie e polveri. I fori armati saranno sigillati con malta di calce idraulica e pozzolana, con eventuale aggiunta di cemento bianco per aumentare le proprietà meccaniche.

Una volta che la stuccatura abbia fatto presa, l'appaltatore tratterà la superficie con spugnature sia per comprimere la stuccatura che per arrotondare gli spigoli e per eliminare eventuali risalti e residui di materiale.

L'operazione potrà essere eseguita anche al fine di rendere la superficie nuova simile a quella preesistente interponendo, se necessario, pozzolana e polvere di cotto.

### **Integrazioni di materiale lapideo mediante stuccatura**

La stuccatura sarà utile a sigillare fratture, microfessurazioni, alveoli, lacune e giunti di contatto presenti sul materiale lapideo e fonti di ulteriore degrado e ammaloramento delle pietre.



L'appaltatore dovrà procedere innanzitutto predisponendo il supporto con un'operazione di pulizia eseguita anche mediante aria in pressione e lavaggi accurati con acqua demonizzata; individuato il tipo di pietra, dovrà essere preparata la malta sigillante che sarà prevalentemente a base di calce idraulica naturale con basso contenuto di sali, caricata con inerti che saranno di tipo pozzolanico per pietre di origine vulcanica e di tipo calcareo per pietre calcaree; in alternativa si potranno utilizzare sabbia silicea e cocchiopesto e solo in caso si renda necessario un miglioramento delle prestazioni meccaniche si farà modesto uso di cemento bianco, purché si abbia garanzia che il ritiro non infici il risultato.

L'appaltatore eseguirà prove di dosaggio dapprima a secco, in modo da valutare meglio i risultati cromatici, e poi aggiungerà la calce eseguendo campionature che verranno annotate e catalogate, evidenziando i dosaggi e le lavorazioni; ad asciugatura avvenuta si potrà procedere alla scelta della malta oppure si potranno approntare altre prove.

Potranno essere impiegate spatoline e cazzuoline, le quali faranno in modo che le lacune si riempiano con facilità, così da non danneggiare il materiale stesso.

In caso di spessori rilevanti da mettere in opera, questi saranno eseguiti a strati successivi dopo che lo strato iniziale abbia fatto presa.

Le stuccature di superfici lapidee che devono restare a vista e che richiedono una finitura del tutto identica a quella del materiale che si sta reintegrando, saranno eseguite con malta preparata con grassello di calce e polvere lapidea ottenuta per triturazione e macinatura della stessa pietra che si sta restaurando; nel caso in cui non ci sia disponibilità di tale pietra si userà materiale lapideo simile o polvere di marmo.

A presa avvenuta si effettueranno spugnature atte a rimuovere residui di lavorazione e a compattare e uniformare la superficie.

## **Disinfestazione, pulitura e protezione dei materiali lignei Disinfestazione di materiale ligneo**

### **Disinfestazione da insetti e funghi**

L'intervento di disinfestazione del legno sarà utile all'eliminazione dei parassiti presenti sul legno stesso, incluse le larve, pertanto dovrà essere condotto con cura e con attenzione, prima che siano chiuse e sigillate le parti che andranno consolidate o restaurate.

Estrema cura dovrà essere assicurata nel trattamento di giunti, appoggi e collegamenti, elementi nei quali potrebbe risultare difficile far penetrare l'agente disinfestante.

Nei limiti del possibile, le parti oggetto di intervento potranno essere smontate e rimontate, anche per singoli punti.

In relazione alle teste delle travi da disinfestare, dovranno essere create opportune aperture in corrispondenza degli appoggi, così che si possa intervenire sulle superfici; andranno altresì eliminati tutti gli agenti esterni che producono umidità e che creano un ambiente fertile soprattutto per lo sviluppo di funghi.

A seconda del tipo di parassita presente (insetti o funghi), si sceglierà il prodotto più indicato e si procederà con l'applicazione dello stesso sulle superfici in vista, comprese fenditure e fessurazioni, facendo in modo che il prodotto venga assorbito e crei uno spessore di materiale contenente il prodotto insetticida o fungicida: in questo modo il legno sarà ben protetto dai futuri attacchi parassitari.

Nel caso si tratti di insetti, il periodo più efficace alla riuscita del trattamento è la primavera oppure l'inizio dell'estate, in quanto in questa fase, dischiuse le larve, gli insetti sono prossimi alla superficie del materiale. L'efficacia del trattamento a base di soluzioni acquose dipenderà dall'umidità del legno, pertanto si prediligeranno le soluzioni oleose che, all'occorrenza, avranno anche funzione protettiva rispetto agli agenti atmosferici. In ogni caso, questi interventi non dovranno danneggiare il legno o creare danni a parti a esso contigue e tenderanno a conservare inalterata la sua resa superficiale e ad assicurare la stabilità nel tempo di tale risultato.

## **Pulitura di materiali lignei**

### **Generalità**

Per salvaguardare il materiale ligneo, prima di intervenire con operazioni di pulitura, dovranno essere identificate l'essenza legnosa e la natura dei depositi formati sulle superfici, in modo da selezionare il metodo più idoneo e il prodotto più adatto al caso da trattare.

Tali esami saranno inoltre utili a verificare se siano necessarie o meno operazioni preventive di preconsolidamento del materiale.

Saranno eseguite e campionate alcune prove, scegliendo adeguatamente i punti sui quali effettuarle e procedendo nelle operazioni in direzione parallela alle fibre: alla fine si verificherà se i risultati siano in sintonia con gli obiettivi di pulitura e di conservazione del materiale.

### **Pulitura meccanica manuale**

L'appaltatore, qualora le superfici lignee presentino strati di tinte a tempera, a calce o altro tipo di tinta e di patina non rimovibile mediante sverniciatore, dovrà intervenire mediante l'uso di utensili atti a raschiare le sovrapposizioni incongrue.

Potrà usare spazzole metalliche di acciaio armonico, brusche, spatole e sgorbie, raschietti, lana d'acciaio, carta abrasiva e qualunque strumento sia in grado di rimuovere la coltre sia sulle superfici piane che all'interno degli interstizi e delle fessure.

A lavoro ultimato, la superficie del legno dovrà presentarsi liscia e priva di particelle e residui, per questo l'uso di aria compressa gioverà a rimuovere ogni frammento anche all'interno di cavità e fessure.

### **Levigatura e lamatura manuale**

La levigatura e lamatura manuale è particolarmente indicata per i parquet o per i lambrì.

Si sceglierà di lamare il pavimento ligneo quando sarà richiesta la rimozione della vernice superficiale per un nuovo trattamento; si sceglierà invece la levigatura quando il degrado o il danneggiamento della superficie sarà tale da richiedere l'asportazione di uno spessore modesto di materiale, generalmente non superiore a 1 mm.

L'appaltatore eseguirà campionature in punti ritenuti idonei a tale operazione, i quali saranno posizionati in luoghi defilati.

L'intervento verrà eseguito manualmente tramite carta abrasiva montata su elementi di legno aventi forma ergonomica per una buona e corretta impugnatura: l'appaltatore procederà gradualmente eliminando risalti, vernici, trattamenti, denti e sopralzi.

Partendo dall'uso di grana grossa man mano passerà alla grana più fine, eliminando così eventuali striature residuali derivanti dall'uso della carta abrasiva a grana grossa.

La polvere prodotta dall'abrasione dovrà essere man mano aspirata, così da evitare sia che penetri nelle eventuali fessure sia che possa arrecare danni alla salute.

Nel caso le quantità di tale polvere prodotte dovessero risultare eccessive si potrà operare anche in umido, sebbene si verificherà l'inconveniente per il quale tale polvere si impasterà con l'acqua.

### **Pulitura mediante soluzioni sverniciatrici**

Le vecchie verniciature presenti sul materiale ligneo, quando non possano essere riprese tramite operazioni di integrazione, dovranno essere rimosse adoperando solventi neutri capaci di sciogliere e ammorbidire lo strato sovrapposti.

L'eventuale ferramenta presente o gli eventuali elementi in ferro dovranno essere rimossi, in quanto il solvente potrebbe danneggiarli.

Una volta scelto il solvente in relazione al tipo di vernice e al tipo di legno, si procederà alla posa mediante pennelli o mediante spazzole, a seconda della consistenza del prodotto.

L'appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche, eseguirà alcune prove preventive in modo da valutarne i tempi di posa, la compatibilità e l'esito.

Il prodotto potrà essere in gel oppure in pasta e verrà steso con pennello oppure con spatola e lasciato in azione per un tempo adeguato, in modo che la vernice diventi morbida e rimovibile; i tempi dipenderanno dal tipo di vernice, dal suo deterioramento e dal suo spessore, pertanto si potrà attendere da un minimo di 20 minuti a tempi più lunghi, fino a 24 ore.

Mediante spatole si rimuoverà la pellicola di vernice ammorbidita, avendo cura di non raschiare e di non danneggiare il supporto e adoperandosi a pulire bene in prossimità di giunti e collegamenti.

In caso siano ancora presenti spessori di vernice, l'operazione potrà essere nuovamente ripetuta.

La superficie verrà successivamente ripulita con solventi adatti al lavaggio, evitando impiego di acqua che tenderebbe a essere assorbita con danno del materiale stesso.

### **Pulitura mediante aria calda o fiamma**

L'impiego di aria calda emessa attraverso pistola termica oppure di fiamma prodotta da lancia termica, in taluni casi, provoca il distacco e il sollevamento di tinte e vernici.

Considerata la temperatura molto elevata, il getto dovrà essere tenuto a una certa distanza e la pistola dovrà essere mossa continuamente, in modo che non abbiano a crearsi punti in cui la temperatura eccessivamente alta provochi danneggiamenti e alterazioni del materiale stesso.

La vernice colpita dal getto d'aria calda o addirittura dalla fiamma, tenderà a sollevarsi e quindi, mediante raschietti, spatole o altro, potrà essere rimossa con facilità.

Infine, le superfici verranno perfezionate nella pulitura anche mediante carteggiatura, spazzolatura e uso di aria compressa.

### **Pulitura di parti murarie e di materiali lapidei**

#### **Generalità**

Si intenderanno per parti murarie e materiali lapidei le pietre, i marmi, i laterizi, gli intonaci, gli stucchi e le malte.



Gli interventi di pulitura su queste superfici avranno come obiettivo la rimozione di sostanze estranee o patogene, le quali causano non solo lo stato di degrado del materiale ma ne favoriscono l'avanzamento.

Non saranno di impiego opportuno quelle pulizie che tenderanno a riportare alla condizione originaria il materiale eliminando ogni traccia del tempo trascorso.

Prima di qualunque operazione di pulizia di manufatti architettonici di particolare valore storico-artistico, ancorché prescritta in progetto, l'appaltatore dovrà verificare con la direzione lavori la consistenza e la tipologia della cortina patogena e degradante, sia si tratti di croste nere, efflorescenze, macchie, funghi o altre sostanze estranee al materiale, al fine di definire meglio il sistema di pulitura da adoperare, specie in relazione alla natura e alla composizione chimica del supporto e all'agente inquinante/degradante che si è manifestato.

Le patologie potranno consistere in depositi incoerenti, quali particellato atmosferico veicolato mediante agenti meteorologici o presenza di umidità per risalita (efflorescenze) oppure particellato che ha creato un legame con il supporto (sali percolati per dilavamento) oppure combinazione chimica tra particellato e supporto, ad esempio la ruggine o le croste.

Per quanto riguarda materiali porosi, quali pietre, laterizi, ecc., questi col tempo hanno alterato le caratteristiche fisiche e chimiche della superficie esposta generando una patina naturale che in molti casi è diventata autoprotettiva (anche se, in presenza di ambiente inquinato, la patina naturale conservativa è pregiudicata così come lo è la formazione della nuova patina conservativa).

Trattandosi dunque di interventi sulle superfici di manufatti che, a causa della loro età, hanno assunto una patina di superficie dovuta al loro tempo di esposizione e che costituisce testimonianza della storia del manufatto, l'appaltatore dovrà iniziare sempre con interventi molto blandi e, se necessario, aumentandone gradualmente l'incisività in modo da conservare il più possibile il velo della superficie che costituisce la patina naturale storicizzata.

Le croste nere costituiscono un fenomeno di degrado di rilevante entità: oltre che per l'aspetto esteriore, per la loro capacità di assorbire agenti inquinanti e di tenerli così perennemente a contatto con il materiale; aumentano inoltre il potere assorbente delle temperature e quindi contribuiscono a un incremento localizzato delle cause disgregatrici.

Se il materiale dovesse presentare fenomeni di esfoliazione o di caduta di sue parti oppure microfessurazioni o altro, dovranno essere eseguite opere di preconsolidamento prima di procedere alla pulizia.

In accordo con gli organi preposti alla tutela del bene, l'appaltatore sceglierà un metodo fisico e/o un metodo chimico, il tipo di prodotto e la modalità esecutiva ritenuti più efficaci in relazione alle necessità di conservazione e di non alterazione della qualità e consistenza del materiale da pulire.

I metodi, classificabili in relazione alla loro azione chimico-fisica sul supporto trattato e a seconda degli effetti sul materiale, sono classificabili in aggressivi, parzialmente aggressivi e non aggressivi: saranno evitati in ogni caso i metodi eccessivamente aggressivi che possano nuocere o modificare il materiale o che possano renderlo comunque più debole e conseguentemente più soggetto a futuri attacchi.

Saranno eseguite e campionate prove di pulitura, annotando il tipo di prodotto usato e le modalità di applicazione.

Si sceglieranno le superfici meno in vista e più punti di applicazione, in maniera da interessare le varie tipologie di degrado da trattare e i vari materiali in opera; solo valutando l'esito di tali campionature, anche con prove fisico-chimiche, si potranno selezionare il metodo e il prodotto più congrui e compatibili con il supporto, seguendo le indicazioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL.

Nel caso di depositi incoerenti che siano semplicemente appoggiati sulle superfici attraverso agenti atmosferici oppure per gravità o per risalita (particellato terroso o carbonioso o efflorescenze saline), senza che vi siano state reazioni chimiche con il materiale di supporto, può essere sufficiente un semplice lavaggio con acqua: la pulizia con acqua può rivelarsi sufficiente anche quando vi siano sostanze allo gene che tendono a solidarizzare con il materiale.

Occorrono invece metodi più aggressivi quando si è in presenza di solidarizzazioni e combinazioni chimiche tra supporto e degrado (ossidazioni ferrose, croste gessose, ecc.), la cui permanenza sul materiale è inopportuna sia per il suo aspetto visivo che per la capacità con cui tale tipo di degrado continua a progredire e a penetrare nel materiale stesso: in questi casi si procederà, dopo le opportune analisi preventive, con la rimozione dello strato superficiale degradato scegliendo il metodo più adeguato, a partire dall'uso di stracci e di spazzole di saggina fino ad arrivare all'impiego di aspiratori e di aria compressa. Infine, nei casi più persistenti, verranno impiegati metodi lievemente abrasivi e metodi chimici a mezzo di impacchi localizzati. La direzione lavori, prima di eseguire gli interventi di pulitura, valuterà l'opportunità di effettuare interventi di preconsolidamento del materiale, in modo da impedire il progredire dello stato di dissesto con l'impiego di metodi che ne aggraverebbero lo stato.

### **Idropulitura a bassa pressione o a pressione controllata**

L'idropulitrice sarà impiegata per pulizie di superfici le cui macchie e i cui degradi siano rimovibili direttamente mediante spray di acqua deionizzata (ossia priva di sali e di impurità).

La pressione di esercizio potrà essere bassa, ossia compresa tra 2 e 3 atmosfere, oppure potrà essere compresa tra 4 e 6 atmosfere.



L'acqua potrà essere calda o fredda, secondo le disposizioni della direzione lavori.

La deionizzazione potrà avvenire anche in cantiere tramite l'utilizzo di motopompe e di prodotti scambiatori ionici, considerato che la continuità di disponibilità di acqua in cantiere costituisce la base per la continuità dell'intervento. Se necessario, in particolare per superfici decoese o modellati e modanature che richiedano un lavaggio efficace ma a pressione ridotta, si potrà intervenire mediante acqua nebulizzata oppure atomizzata, le cui particelle abbiano dimensioni comprese tra i 5 e i 10 micron.

La nebulizzazione e l'atomizzazione dell'acqua avverranno mediante l'uso di appositi ugelli o apposite camere di atomizzazione, le quali frantumano l'acqua in piccole particelle; queste colpiranno la superficie in maniera tangenziale, pertanto la pressione dell'acqua potrà essere ridotta o eliminata. Ù

L'idropulitura, sia spray che nebulizzata o atomizzata, è valida anche nei casi in cui l'acqua potrebbe avere potere emolliente per le croste che saranno rimosse successivamente con metodi manuali.

Considerata la durata dell'intervento, che richiede 1-2 giorni, questo metodo di pulizia dovrà essere scartato per materiali eccessivamente porosi, o nei quali siano presenti fratture o laddove la presenza dell'acqua sia dannosa direttamente per il materiale o per parti a esso contigue (per esempio affreschi retrostanti) oppure adoperato a intervalli congrui, così da tenere sempre sotto controllo eventuali infiltrazioni e danneggiamenti. Individuate le aree di intervento, l'appaltatore provvederà a disporre i tubi adduttori partendo dall'alto e procedendo verso il basso, con effetto di ruscellamento parallelo alla caduta dei depositi.

L'acqua, mediante appositi dispositivi, verrà nebulizzata allargando così il proprio campo di azione e quindi l'efficacia della propria azione.

Il getto sarà direzionato in maniera tale da raggiungere prevalentemente le superfici sporche e dosando la pressione a seconda dei casi; i getti non dovranno comunque essere posti a una distanza inferiore a 5 cm, onde evitare fenomeni di erosione localizzata del materiale: in tal senso si potrà procedere direzionando il getto tangenzialmente alla superficie.

L'efficacia del potere emolliente dipenderà dalla persistenza delle macchie e dalla durata della nebulizzazione perciò, quando sia richiesto, il getto potrà essere passato sulle superfici anche più volte, purché la durata di ogni lavaggio non sia superiore a 20 minuti e purché sia trascorso un lasso di tempo adeguato tra due lavaggi consecutivi, in modo da evitare eccessivi assorbimenti di acqua dannosi al manufatto.

Si eviterà di operare in giornate troppo fredde e si eviteranno tempi di lavaggio continuativi troppo lunghi.

## **Pulitura con acqua a pressione**

I getti di acqua in pressione, dei quali potranno regolarsi gradualmente i valori, interesseranno quelle parti di edifici che non richiedono una particolare cautela. Tale regolazione potrà tenere conto della persistenza delle croste e del tipo di supporto e di materiale da trattare.

Sia la pressione dell'acqua che la sua stessa permanenza sulle croste e quindi il potere emolliente esercitato, consentiranno la rimozione degli spessori degradanti formati sul manufatto.

La permanenza di getti sulle superfici o il numero delle passate degli stessi da effettuare saranno valutati a seconda della consistenza dello sporco; saranno da evitare interventi con acqua in pressione in presenza di fessurazioni, fratture o altri dissesti che consentirebbero dannose infiltrazioni e percolamenti di acqua.

### **Pulitura manuale**

La pulizia manuale, eseguita esclusivamente con spazzole di saggina o di nylon, sarà adoperata per rimuovere quei trattamenti superficiali (scialbature, tonachini, ecc.) o quei fenomeni di degrado che richiedono un'abrasione superficiale da effettuare a secco oppure quando, dopo la nebulizzazione, debbano essere rimosse croste divenute morbide e asportabili.

I risultati dipenderanno molto dall'abilità e dalla sensibilità dell'operatore nel discernimento delle superfici da trattare e nel dosaggio dell'energia abrasiva.

Sono assolutamente vietate le puliture eseguite con spazzole metalliche o con utensili comunque metallici e acuminati, poiché fortemente abrasivi e poiché agiscono asportando parti di materiale mettendo a nudo gli strati sottostanti con nocimento per gli effetti cromatici complessivi delle superfici e per la capacità che hanno di generare su tali incisioni ulteriori fenomeni di degrado.

Potranno essere impiegati strumenti meccanici di tipo elettrico quali trapani o flessibili se dotati all'estremità di utensili morbidi (per esempio spazzole a rotazione in nylon) oppure micromole, microscalpelli e vibroincisori, purché non metallici o, se metallici, purché usati solo e esclusivamente sulle croste e sugli strati da rimuovere così da non danneggiare le superfici dei materiali.

Sarà individuato il senso del movimento da adoperare per asportare la patina degradata, in modo che si debbano usare il minor numero di passate possibili.

Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in maniera da valutarne l'efficacia, i rischi di danneggiamento che potrebbero provocare e il risultato finale.

### **Pulitura con apparecchi ad ultrasuoni**



L'appaltatore farà uso di strumenti e apparecchi a ultrasuoni in veicolo acquoso, se disposto dalla direzione lavori, per le croste e le macchie più tenaci e persistenti e quando il particolare valore e pregio storico- artistico del manufatto lo richieda; tali apparecchi emettendo microonde che si propagheranno fino alle superfici interessate, solleciteranno le croste e le patine da rimuovere.

Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in modo da valutare quello che sarà il risultato finale; questi apparecchi dovranno essere tarati in maniera adeguata, così da assicurare l'asportazione della superficie degradata e dovranno sempre essere tenuti sotto controllo.

Vista la delicatezza dell'intervento, essi dovranno essere usati solo da personale altamente specializzato.

### **Pulitura con apparecchi laser**

L'azione selettiva del laser (light amplification by stimulated emission radiation) è particolarmente adatta per depositi di gesso e di carbonato che generalmente si depositano sui marmi e sulle pietre di colore chiaro: ciò vale anche per i depositi sulle superfici metalliche e sui legni.

Tali depositi scuri sono in grado di assorbire selettivamente le radiazioni pertanto si avrà, con l'effetto fotomeccanico del laser, la rottura del legame chimico e quindi il distacco della cortina degradante.

Le superfici chiare in vista, non assorbendo la radiazione, interromperanno l'emissione dell'impulso; in alcuni casi, dopo l'intervento con il laser, si dovrà intervenire rimuovendo meccanicamente le croste che lo stesso laser ha distaccato.

L'azione del laser colpisce le superfici per uno spessore di pochi micron, ossia solo lo spessore interessato dal degrado, pertanto non intacca il supporto del materiale che, anche dopo la rimozione della parte degradata, se la possiede, conserva la patina naturale.

Considerati i costi delle apparecchiature e i costi di esercizio, questo intervento va messo in opera solo nei casi più delicati.

Saranno scelte apparecchiature laser maneggevoli, dotate di bracci snodati adatti ai luoghi e dotate della facoltà di tenere costantemente sotto controllo i parametri principali d'uso (frequenza, lunghezza d'onda, energia dell'impulso e raggio d'azione). In considerazione di ciò, l'apparecchiatura sarà usata soltanto da personale altamente specializzato, in grado di leggere e di intervenire con valutazioni e eventuali modifiche dei parametri di esercizio.

Gli operatori agiranno con gradualità, soffermandosi sui punti più persistenti ma evitando tuttavia di creare bruciature e ingiallimenti del materiale; faranno uso di dispositivi di protezione individuali e segneranno in maniera visibile le parti trattate.

In fase di non utilizzo, lo strumento dovrà essere tenuto sotto controllo.

Prima di iniziare, per rendere maggiormente visibili le parti scure e esaltare la capacità selettiva della radiazione, si potrà bagnare il supporto: così si eviteranno inoltre formazioni di fumi e di polveri.

### **Pulitura con microsabbiatrica secca**

La microsabbiatrica farà uso di aria compressa disidratata, con pressione compresa tra le 0,5-4 atmosfere, in grado di proiettare insieme all'aria il materiale microabrasivo sulle superfici da trattare.

Le superfici più idonee a questo tipo di intervento sono il cotto, gli intonaci e le pietre e i marmi.

Considerato il potere abrasivo delle microsfere di vetro o di allumina, questo tipo di intervento sarà adoperato solo nei casi in cui l'azione dell'acqua non dovesse essere sufficiente a garantire l'asportazione delle croste e per i punti sottosquadro e le modanature, laddove gli interventi manuali difficilmente riescono a raggiungere le superfici interessate.

La durezza delle microsfere dovrà essere di poco superiore alla durezza delle croste da rimuovere e del materiale di supporto.

L'appaltatore orienterà gli ugelli (diametro 0,4-3 mm) solo sulle porzioni di superficie fortemente incrostate e, se necessario, provvederà a ricoprire e proteggere particolari porzioni della stessa che ne dovessero subire gli effetti negativi.

Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in modo che sia possibile valutare il risultato finale.

Vista la delicatezza dell'intervento, la microsabbiatrica dovrà essere utilizzata solo da personale altamente specializzato.

### **Pulitura con microsabbiatrica umida**

La microsabbiatrica ad aria compressa può aggiungere, all'occorrenza, acqua deionizzata atomizzata all'aria di fuoriuscita: pertanto sulle superfici da trattare, in fase di funzionamento, insieme all'aria compressa verrà proiettato anche materiale microabrasivo.

Valgono tutte le considerazioni fatte in precedenza, con in più l'indicazione che prevede vadano evitate tutte quelle superfici porose o eccessivamente delicate che non supporterebbero la presenza di acqua.

Un particolare sistema misto aria-abrasivo è il sistema Jos, in cui l'aria viene emessa con vortice elicoidale a bassissima pressione e gli inerti abrasivi sono molto più morbidi. Sono particolarmente indicati come inerti la farina di mais, la polvere di gusci di noci, ecc; l'efficacia di tale sistema è assicurata dal fatto che il vortice elicoidale colpisce



tangenzialmente le croste, pertanto riesce a penetrare negli interstizi di contatto tra supporto e spessore patogeno. La distanza degli ugelli sarà compresa tra 35 e 45 cm.

All'occorrenza, anche con il sistema Jos si potranno impiegare modesti quantitativi di acqua deionizzata.

Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in modo da valutare il risultato finale; anche in questo caso, vista la delicatezza dell'intervento, l'operazione dovrà essere eseguita solo da personale altamente specializzato.

### **Pulitura con sabbiatrice**

Le macchine sabiatrici faranno uso di sabbie silicee e saranno adoperate per quegli edifici o parti di edificio che non richiedono particolari cure, purché non vengano adoperate su materiali porosi, friabili e sfaldabili che, con questo intervento, potrebbero subire un acceleramento del proprio stato di degrado e del deterioramento della propria consistenza superficiale.

L'intervento sarà da escludersi anche in presenza di decori e di modellati, poiché potrebbero subire danneggiamenti.

Contemporaneamente al getto di sabbia le macchine potranno far fuoriuscire anche acqua, agendo così simultaneamente sia con l'abrasione che con il lavaggio.

A seconda delle circostanze, verranno selezionate la giusta granulometria della sabbia e la pressione e il getto adeguato; potranno inoltre essere aggiunti all'acqua solventi atti a migliorarne il potere pulente, purché autorizzati dalla direzione lavori e purché non dannosi e alteranti per i materiali.

L'appaltatore disporrà che l'operatore esegua il trattamento solo sulle superfici interessate dal degrado, evitando di orientare gli ugelli dove non occorra.

### **Pulitura con soluzioni chimiche**

L'appaltatore, d'accordo con la direzione lavori, qualora dopo l'effettuazione delle analisi sullo stato di degrado, sulla tipologia delle macchie e su quella delle croste, dovesse pervenire alla conclusione che siano necessari dei solventi specifici al fine di ottenere una decomposizione della struttura persistente degradante, individuerà il prodotto più adeguato al caso usando come riferimento i tre parametri di solubilità (forza di tipo polare, forza di dispersione apolare e forza di legame a idrogeno).

Prima di intervenire dovranno essere effettuate delle prove in luoghi opportuni e defilati, eseguendo tassellature e campionature, annotando il tipo e la composizione della soluzione adoperata: si valuterà il risultato di tali prove e, se necessario, si eseguiranno



nuove campionature aumentando le percentuali di soluzione o modificando il tipo di soluzione impiegato.

Se dovessero rendersi visibili deterioramenti e danneggiamenti del materiale a seguito dell'azione corrosiva del solvente, bisognerà scartare questo tipo di operazione.

In presenza di materiali porosi e molto assorbenti, l'intervento sarà limitato solo alle parti fortemente incrostate.

Dopo aver bagnato con acqua le superfici interessate in modo da renderle meno assorbenti, l'appaltatore procederà a una tamponatura delle superfici da trattare con il solvente prescelto: questa operazione rimuoverà completamente le parti degradate oppure servirà a rendere le croste più morbide e dunque pronte per l'asportazione manuale o da effettuarsi con altri strumenti.

Se necessario, la tamponatura potrà durare alcuni minuti proprio per rimuovere gli strati eccessivamente persistenti. Si farà uso, a seconda dei casi, di alcali, di acidi, di solventi a base di cloruro, di carbonato di ammonio, di sverniciatori o altro; dopo l'applicazione, si interverrà immediatamente con neutralizzatori del prodotto chimico e quindi si eseguirà un lavaggio ad acqua, in modo che le superfici non risultino danneggiate.

Tutte queste operazioni saranno eseguite da personale specializzato, il quale avrà cura di adoperare i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

### **Pulitura con impacchi di argille assorbenti**

La pulitura con impacchi di argille assorbenti ha l'effetto di sciogliere e assorbire le macchie e le patine oppure di ammorbidire le croste: viene adottato questo tipo di pulitura al fine di evitare l'impiego di acqua a dispersione sul supporto o prodotti chimici troppo aggressivi se posti direttamente a contatto con le superfici da trattare.

L'appaltatore dovrà dapprima preparare l'argilla (silicati idrati di magnesio quali sepiolite, bentonite oppure pasta di cellulosa) diluendola con acqua distillata o demonizzata, fino a che raggiunga una consistenza pastosa così da poterla stendere sulle superfici; se necessario, all'argilla potranno essere aggiunti leggeri solventi atti all'aggressione delle croste.

L'argilla dovrà essere stesa sulle superfici, preventivamente bagnate con lo stesso tipo di acqua di diluizione, raggiungendo uno spessore di 2-3 cm; se necessario, sulle superfici da trattare potrà essere messa in opera carta giapponese o una carta simile a essa.

L'argilla potrà essere stesa a mano o con spatole, dovrà quindi essere ricoperta con teli di garza e poi ancora con ovatta bagnata. Al fine di conservare il grado di umidità necessario all'ammorbidimento delle croste, si provvederà a ricoprirla con teli di plastica sigillati in cui



siano lasciate libere piccole aperture attraverso le quali, mediante tubicini, si possa integrare gradualmente l'acqua assorbita o evaporata.

L'appaltatore verificherà ogni 2-3 giorni il grado di umidità presente e, se necessario, interverrà reintegrando l'acqua che è stata assorbita o è evaporata.

Trascorso il tempo necessario, si provvederà a rimuovere i teli lasciando asciugare completamente l'argilla, la quale sarà successivamente rimossa con acqua deionizzata e porterà via con sé le macchie o le croste depositate sulle superfici; in alcuni casi le croste si saranno solo ammorbidite, pertanto l'operazione dovrà essere completata con la loro rimozione manuale.

### **Pulitura di efflorescenze saline**

Nei casi in cui siano presenti efflorescenze saline derivanti dalla migrazione di umidità arrestata da precedenti interventi di bonifica e di risanamento, l'appaltatore dovrà valutare, mediante prelievo e analisi, un campione di supporto e di efflorescenza al fine di individuarne l'origine e la tipologia: tali prove serviranno a verificare la solubilità del degrado (in acqua, in cloruro o in altra soluzione), la sua aderenza al supporto, la sua composizione chimica e quant'altro sia necessario per scegliere il tipo di intervento opportuno.

Nel caso in cui l'intervento di deumidificazione sia stato condotto dallo stesso appaltatore, egli dovrà attendere un lasso di tempo sufficiente alla disidratazione dell'umidità residua che, migrando, farà affiorare ancora i sali in superficie; questi tempi saranno generalmente variabili da 4 a 6 mesi.

La rimozione delle efflorescenze, a seconda della loro natura, sarà effettuata con semplici stracci, spazzole di saggina, acqua oppure con soluzioni specifiche per ogni diverso tipo di sale.

L'appaltatore potrà altresì mettere in opera un rinzaffo temporaneo con potere assorbente, da rimuovere dopo che l'umidità sia stata captata.

Solo in casi eccezionali e per manufatti di particolare pregio o nei casi in cui siano richiesti tempi brevi, la muratura potrà essere lavata mediante iniezioni di acqua deionizzata che accelererà il processo di migrazione dei sali in superficie.

### **Bonifica da vegetazione infestante**

La vegetazione presente sui manufatti o nelle immediate vicinanze degli stessi potrà essere rimossa manualmente, con piccoli utensili o facendo uso di prodotti disinfestanti e di biocidi



applicati a mano o a spruzzo, avendo cura di circoscrivere l'area di intervento e di evitare che il terreno ne venga impregnato, con conseguente nocumento generalizzato.

Prima della lavorazione, l'appaltatore dovrà approfondire la conoscenza del tipo di materiale e del tipo di vegetazione sviluppatasi, in modo da intervenire nel modo più adeguato.

Egli dovrà altresì verificare la profondità di penetrazione dell'apparato radicale della vegetazione e i suoi effetti degradanti sugli intonaci, sulle malte e sullo stesso materiale portante, così da valutare il loro stato conservativo e la loro capacità di tenuta, evitando eventualmente che strappi manuali eseguiti con forza eccessiva siano deleteri per il manufatto: molte radici, infatti, oltre all'azione disgregatrice e alteratrice sui materiali, diventano veri e propri cunei tra i giunti alterando, seppure per piccole superfici, lo stato tensionale locale e provocando microfratture e cadute di materiale. In questi luoghi si dovrà verificare la portata di questo genere di degrado, al fine di ricondurne le condizioni a uno stato di normalità, includendo nell'azione da approntare la sigillatura contro la penetrazione degli agenti meteorici.

In molti casi sarà difficile valutare la profondità di penetrazione delle radici o dei semi: l'appaltatore verificherà se la vegetazione sia a foglia larga o a foglia stretta e selezionerà il prodotto in relazione al tipo di azione che è in grado di sviluppare, se sia cioè efficace sul fogliame o sull'apparato radicale.

La sostanza chimica diserbante non dovrà avere sui materiali del manufatto architettonico alcun effetto degradante e alterante (sia in superficie che nello spessore) e non dovrà essere di nocumento all'uomo, agli animali e all'ambiente. I prodotti diserbanti saranno generalmente a base di triazina o di urea, appartenenti alla classe tossicologica 3 e verranno applicati in giornate nelle quali ci sia assenza di pioggia o di vento, in modo da limitarne la dispersione in aria e nella terra.

Per le applicazioni da effettuare sulle radici, da effettuarsi di preferenza durante la stagione invernale, l'appaltatore incomincerà con il taglio manuale a raso oppure utilizzando apparecchi a vibrazione; successivamente interverrà mediante iniezioni nei canali conduttori della pianta, all'altezza del colletto.

Per le applicazioni sul fogliame, il diserbante potrà essere irrorato mediante pompe manuali o nebulizzatori solo sulle porzioni interessate, evitando così che il trattamento si estenda in maniera generalizzata.

Se necessario, successivamente potranno essere eseguiti ulteriori trattamenti mediante impacchi contenenti diserbante, così da assicurarne la penetrazione.

A conclusione della bonifica, le superfici dovranno essere liberate da ogni traccia di biocida mediante lavaggio con acqua.

La riuscita dell'intervento verrà verificata dopo circa 60 giorni dal trattamento.





Tutte queste operazioni saranno eseguite adoperando i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

### **Bonifica da alghe, funghi, muschi e licheni**

L'appaltatore, in presenza di muschi e licheni sviluppatisi su substrati argillosi depositati sulle superfici del manufatto oppure in presenza di alghe e funghi proliferati sulle aree umide e sulle superfici poco soleggiate nonché dove sia presente umidità per risalita o per imbibizione, dovrà intervenire valutando dapprima le cause esterne oggettive; una volta rimosse le cause generanti il degrado, lascerà che trascorra un certo lasso di tempo per la stabilizzazione delle condizioni generali.

Egli esaminerà la microflora presente e ne valuterà la classe di appartenenza e il tipo di degrado che è in grado di produrre sul manufatto; verificherà se tale degrado sia presente solo in superficie, quindi comprometta solo l'aspetto esteriore e cromatico del manufatto o, se invece, abbia superato la coltre superficiale del materiale e dei giunti generando microfessurazioni e producendo fenomeni di carbonatazione.

Nel caso vi siano spessori consistenti di microflora, prima di applicare il biocida si interverrà con la rimozione manuale mediante spatole e spazzole morbide, in modo che il prodotto disinfestante non debba agire su spessori molto grandi; se invece gli spessori vegetali sono duri, la posa del biocida (soluzione di ammoniacca al 5%) consentirà l'ammorbidimento del substrato degradante e sarà così più facile eseguire le operazioni di rimozione.

Qualora la presenza di tale vegetazione funga da veicolo per particelle ferrose producendo fenomeni di ossidazione, si dovranno eseguire operazioni con biocida e successivamente operazioni di pulizia.

Valutata la tipologia di degrado e di dissesto e il tipo di microflora presente, si sceglierà il prodotto agente più adatto al caso e in grado di non arrecare alcun tipo di danno al manufatto architettonico (per esempio acqua ossigenata a 120 volumi o sali di ammonio quaternario); l'applicazione potrà avvenire a pennello, mediante nebulizzazione o mediante impacchi di polpa di cellulosa o di argilla imbevuta.

Si potrà procedere con gradualità, lasciando agire la soluzione e verificando il risultato per poter poi eseguire successivamente ulteriori trattamenti.

A trattamento ultimato, le superfici dovranno essere lavate in maniera che venga eliminata ogni traccia di biocida.

Valgono anche in questo caso tutte le precauzioni elencate al paragrafo precedente.

In alcuni casi, in accordo con la direzione lavori, si potrà intervenire con l'applicazione di raggi ultravioletti.

## **Pulitura di materiali ferrosi**

### **Modalità esecutive**

Negli interventi di pulitura di materiali metallici, in particolare di materiali ferrosi, la prima operazione da eseguire sarà l'approfondimento di indagine sul tipo di degrado presente; successivamente verrà eseguita l'indagine metallografia, la quale servirà a riconoscere le caratteristiche specifiche del metallo, la sua composizione e la sua lavorazione.

Il confronto tra queste informazioni determinerà la scelta dell'intervento più adeguato.

Le condizioni che possono aver arrecato danno ai manufatti metallici possono avere origine chimica (attacco di acidi o di altre sostanze chimiche), origine meccanica (sfregamenti, abrasioni o raschiature) oppure origine atmosferica (sole, pioggia, raggi ultravioletti o altro).

Qualora le cause del degrado fossero esterne al manufatto, queste dovranno essere rimosse in maniera da non recare nocimento e alterazioni; per cause deterioranti dirette, si dovrà scegliere la soluzione che possa rimuoverle in modo appropriato e prolungato nel tempo.

Gli interventi diretti sul materiale metallico potranno essere eseguiti mediante rimozioni localizzate di vernici ormai distaccate ed esfoliate e, nei casi più gravi, si potrà intervenire rimuovendo completamente la vernice e riportando la superficie al metallo bianco: questa operazione sarà estesa anche alle superfici ossidate, le quali saranno liberate dalla patina di degrado; si opererà con spazzolatura manuale o meccanica oppure, sulle parti decoese e facilmente rimovibili, con sabbiatura; nel caso di macchie oleose e grasse potranno essere adoperati solventi idonei, purché compatibili con i trattamenti da eseguire.

Gli interventi manuali saranno utili per pulizie semplici e soprattutto per quelle parti dove né utensili né sabbiatura riuscirebbero a penetrare; questo genere di interventi sarà condotto con accuratezza, impiegando spazzole, raschietti, spatole, carta abrasiva, smeriglio; per lo sporco più tenace potranno essere impiegati piccoli scalpelli purché non arrechino danno al materiale.

Gli interventi meccanici condurranno a risultati più efficaci di quelli manuali; verranno impiegate spazzole rotanti, avendo cura di muovere tali strumenti durante l'uso in modo da evitare interventi localizzati troppo incisivi che renderebbero la superficie troppo liscia e inadatta all'aggrappaggio dei trattamenti; in alternativa, solo nei casi più tenaci, l'appaltatore potrà utilizzare strumenti ad aria compressa completi di utensili, quali spazzole e scalpelli, adatti alla rimozione di vernici e di ossidazioni. La sabbiatura, come per le parti murarie, potrà essere eseguita a secco o in umido.

La sabbiatura presenta lo svantaggio di far penetrare l'acqua nelle parti interstiziali, nelle quali è più difficile sia abbia luogo l'asciugatura che eventuali altri trattamenti; per la sabbiatura si farà uso di sabbia silicea mista anche a limatura metallica e la si potrà

condurre a vari livelli, a seconda del tipo di pulizia cui si vuole pervenire. L'appaltatore potrà eseguire una sabbiatura grossolana oppure giungere fino alla pulizia del metallo bianco.

La pulitura chimica verrà condotta adoperando opportune soluzioni con effetto sverniciante, scegliendo tra prodotti a bassa aggressività e, se necessario, ripetendo l'operazione al fine di ottenere l'effetto desiderato. Successivamente si procederà con una mano di abrasivo, così da riattivare le superfici ad accogliere i nuovi trattamenti protettivi. La pulitura finale dovrà far sì che venga eliminato ogni residuo dalla superficie e sarà completata rimuovendo ogni traccia di polveri con scope e con aria compressa, specie nelle zone interstiziali, in quanto la presenza di tali residui e polveri pregiudicherebbe l'adesione del trattamento protettivo del materiale.

## **Protezione di materiali**

### **Generalità**

La protezione definitiva di manufatti architettonici, o loro parti, sarà disposta dalla direzione lavori sentito il parere dell'organismo preposto alla tutela del bene e potrà consistere, a seconda del caso, in piccoli aggetti, coperture o altro.

Qualora invece fosse necessario provvedere alla protezione di materiali storici e, eventualmente, anche alla protezione di materiali di integrazione, una volta eseguita e completata la pulizia, l'appaltatore potrà intervenire con adeguati metodi atti a proteggere le superfici del manufatto architettonico, in particolare quelle maggiormente esposte al degrado.

Sulla base delle risultanze delle analisi e degli approfondimenti effettuati per individuare il più opportuno metodo di pulitura, egli sceglierà, in accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, la procedura da adottare e i prodotti di protezione da impiegare più adatti al caso.

Se dovesse rendersi necessario, egli provvederà a effettuare ulteriori test conoscitivi, seguiti da prove campione atte a rendere visibile l'effetto dell'applicazione dei protettivi; sarà valutato l'aspetto esteriore quale elemento fondamentale da lasciare inalterato, congiuntamente alla struttura molecolare del materiale da proteggere, la quale dovrà conservare le sue caratteristiche precipue.

L'appaltatore interverrà con l'applicazione di soluzioni traspiranti e idrorepellenti, possibilmente reversibili, che non abbiano a modificare né a occultare le superfici, escludendo quei prodotti che, formando un film impermeabile, impediscono la traspirazione del materiale con nocimento per gli strati superficiali e per i giunti e che accelerano inoltre il progredire del processo di degrado; saranno scelti anche prodotti che siano stabili nel tempo e che subiscano limitate trasformazioni della loro struttura chimica, in quanto ciò potrebbe rendere non più reversibile l'intervento stesso. È opportuno



considerare che la durata di applicazioni sintetiche è limitata all'incirca a un decennio e che, perciò, si dovrà programmare la ripetizione dell'intervento.

Nella posa dei prodotti protettivi, l'appaltatore dovrà fare riferimento alle schede tecniche specifiche e dovrà seguire con cura le modalità di applicazione prescritte dalla ditta produttrice, dovrà inoltre appoggiarsi a manodopera specializzata. Tali prodotti saranno messi in opera su superfici pulite e asciutte, evitando le basse temperature e l'esposizione ai raggi solari: pertanto, se sarà necessario, saranno disposti accorgimenti tali da salvaguardare temporaneamente quelle parti del manufatto sulle quali si dovrà intervenire.

I prodotti potranno essere applicati usando un pennello morbido o mediante apparecchiature nebulizzanti, iniziando dall'alto e procedendo verso il basso, avendo cura di evitare effetti di dilavamento che farebbero sì che sulle superfici inferiori venisse applicato prodotto in eccesso. Si potrà procedere per mani successive, valutando l'opportunità di aumentare o meno la quantità di prodotto da applicare; durante la posa le parti che non richiedono tale trattamento dovranno essere coperte e gli operatori dovranno adoperare tutte le protezioni individuali del caso.

### **Protezione di materiale lapideo, di laterizio e di intonaci dagli agenti atmosferici**

Per la protezione di materiali porosi quali pietre, mattoni o intonaci, l'appaltatore sceglierà tra prodotti organici o tra prodotti silicei.

L'applicazione di tali protettivi dovrà essere effettuata solo nei casi strettamente necessari, con estrema cautela, facendo attenzione che la resa sulle superfici non sia lucida o traslucida poiché altererebbe gravemente il manufatto.

Nel caso di prodotti organici, in commercio si trovano resine poliuretatiche, resine acriliche o viniliche, metacrilati ed elastomeri, la cui prestazione fondamentale è quella di proteggere dalle varie tipologie esistenti di umidità (ascendente, battente, salmastra).

Tra i prodotti silicei, invece, si potranno avere le resine siliconiche (per esempio i silossani o i polisilossani), i silani (questi non sono indicati per materiali a base di calce o per materiali lapidei carbonatici).

Per la posa dei prodotti protettivi, l'appaltatore dovrà fare riferimento alle schede tecniche specifiche e dovrà seguire con cura le modalità di applicazione prescritte dalla ditta produttrice nonché appoggiarsi a manodopera specializzata.

### **Protezione di materiale ligneo dagli agenti atmosferici**

L'appaltatore interverrà sui materiali lignei con l'applicazione di materiali naturali quali olio di lino e cera d'api: in ogni caso, dopo l'olio di lino, egli potrà applicare in generale vernici all'alcol e gommalacca, vernici a base di essenza di trementina o resine oleosintetiche,



quale per esempio il comune flatting, selezionando innanzitutto i prodotti reversibili e che non subiscono alterazioni di colore.

In alcuni casi i prodotti protettivi potranno essere applicati dopo essere stati additivati anche ai prodotti fungicida, così da dare il via a un'azione combinata.

I sistemi adoperati dovranno consentire al materiale di respirare con continuità, dovranno essere elastici, plastici e possedere buone doti di dilatazione termica e resistenza ai raggi ultravioletti.

L'applicazione, qualora il legno sia danneggiato o degradato, dovrà essere preceduta da eventuale bonifica o consolidamento.

Dopo aver effettuato la necessaria opera di pulizia, compresi i trattamenti antiparassitari e fungicida e la stuccatura delle fessure mediante resine additivate e caricate con polvere di legno, si provvederà alla pulizia finale con spazzole di saggina. La superficie sarà quindi lavata e sgrassata, poi raschiata e carteggiata e infine trattata con olio di lino cotto.

Nel caso in cui sia prevista finitura all'olio, si dovranno passare tre mani di olio di lino con pennello o con rullo, avendo cura di far penetrare il prodotto lungo le venature e carteggiando leggermente tra una mano e l'altra, ad asciugatura avvenuta, in modo da aumentare l'adesione.

Per finiture mediante vernici, si procederà con la posa di una mano di turapori (flatting) e quindi di smalto, procedendo con pennello o con rullo oppure per immersione seguendo rigorosamente le istruzioni contenute nelle schede tecniche. Dovranno essere evitati spessori eccessivi in quanto potrebbero costituirsi come pellicole soggette a esfoliazione.

### **Protezione di materiale ligneo dal fuoco**

I trattamenti ignifughi, in accordo con la direzione lavori, saranno selezionati tra quelli reperibili in commercio a partire dalla valutazione della tipologia più adatta al caso, a seconda della modalità con cui si esplica il potere ignifugo, e risponderanno ai requisiti disposti dal D.M. 6 marzo 1992 "Norme tecniche procedurali per la classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei prodotti verniciati ignifughi applicati sui materiali legnosi".

Potranno perciò essere sostanze che, in presenza di alte temperature causate da incendio, sviluppino una patina protettiva o una coltre vetrificata oppure producono sostanze schiumose che inibiscono la combustione, riducendo la penetrazione della carbonatazione (per esempio silicati di sodio o di potassio con aggiunta di caolino).

Si dovrà evitare l'impiego di quei prodotti che, bruciando, producono gas tossici.

Sulle superfici già trattate e preparate, l'appaltatore interverrà applicando il prodotto col pennello fino ad assorbimento, avendo cura che non si creino ristagni o lacune.

## **Protezione di materiale ligneo da tarli, muffe e funghi**

Prima di effettuare il trattamento protettivo da tarli, muffe e funghi la superficie del legno deve essere ripulita in ogni sua parte, compresi i trattamenti precedenti, e liberata da eventuali parti marcescenti e anomale, secondo quanto illustrato nei paragrafi specifici dedicati al trattamento del legno.

Il materiale dovrà essere ispezionato visivamente, con lenti di ingrandimento, con punteruolo e con martello, al fine di verificarne l'esatta consistenza; se necessario, si asporteranno piccoli frammenti superficiali per effettuare analisi di laboratorio.

Verranno approfondite le analisi all'interno dei fori di sfarfallamento e verrà misurato il grado di umidità, che segnalerebbe eventualmente la presenza di funghi.

Eventuali degni biologici in atto e eventuale presenza di larve richiederanno interventi di disinfestazione prima che si proceda alla protezione. Il prodotto non dovrà formare pellicole né alterare il colore del legno. L'appaltatore potrà mettere in opera il prodotto a pennello o a spruzzo, anche a più mani, avendo cura di non creare addensamenti localizzati e carteggiando leggermente tra una mano e l'altra nel senso delle venature.

## **Protezione di materiale ferroso**

Si procederà alla protezione di materiale ferroso in base alle disposizioni della direzione lavori, la quale valuterà i casi in cui ciò fosse necessario tramite indagini sul tipo di materiale da trattare, sulle sue caratteristiche e sulle condizioni ambientali presenti, in particolare quelle igrometriche e quelle saline.

Verrà selezionato il prodotto specifico sulla base dei suoi tempi di essiccazione e in base al tipo di finitura superficiale che si vorrà ottenere.

Per aumentare il grado di protezione in ambiente umido, sulle superfici riportate al metallo pulito e bianco, verrà messo in opera un pretrattamento di fosfatazione a freddo oppure a base di acido fosforico; successivamente si procederà con pennello a stendere una mano di sottofondo (primer) a base di polvere di zinco: se necessario l'intervento andrà ripetuto più volte.

Nelle zone nelle quali è stata rimossa la patina ossidata, si adopererà, sempre a pennello, un primer generalmente a base di fosfato con effetto convertitore, capace di trasformare la ruggine e di renderla stabile. Se invece si dovesse intervenire con verniciatura, dopo la mano di fondo solitamente in base alchidica, si stenderanno a pennello le due mani di vernice finale. Sarà cura dell'appaltatore proteggere le parti limitrofe e non eccedere con le quantità di materiale, evitando così che si possano creare rigonfiamenti e rotture del film applicato.

Se il ferro da trattare avesse finitura protettiva zincata e dovesse essere ripristinata la stessa finitura superficiale, dopo il processo di pulitura e eventualmente di sabbiatura e di rimozione di eventuali ossidazioni, si metterà in opera la protezione zincata (a spruzzo o a pennello) e si ripristinerà la vernice finale.

La direzione lavori sceglierà il tipo di vernice finale tra quelle più adatte per composizione chimica e per finitura superficiale, tenendo nella giusta considerazione anche le caratteristiche dell'ambiente e le condizioni di esercizio del manufatto metallico.

## **Intonaci e decorazioni**

### **Intonaci nuovi e riprese di intonaco**

#### **Generalità**

Gli intonaci dovranno essere eseguiti in condizioni climatiche adeguate, onde evitare gelature o rapide asciugature dell'acqua presente nella malta.

La muratura di supporto dovrà essere accuratamente preparata e liberata dai residui provenienti dalla stuccatura dei giunti. Prima di stendere l'intonaco, le superfici dovranno essere bagnate in modo da non bruciare l'impasto che verrà posato.

Il primo strato di intonaco, ossia il rinzaffo, verrà steso eseguendo dapprima le fasce con funzione di guida; la sua posa sarà eseguita energicamente, in modo che possa penetrare bene e aderire al supporto e soprattutto nei giunti. A presa avvenuta del rinzaffo, ma quando esso non sia ancora completamente asciutto, si stenderà l'arriccio mediante cazzuola e fratazzo, avendo cura di sigillare ogni fessura presente e di dar vita a una superficie più liscia. Il terzo strato, anche questo eseguito a supporto non completamente asciutto, costituirà lo strato finale e pertanto dovrà conquistare tutti i livelli delle fasce guida e risultare privo di avvallamenti.

A lavorazione conclusa, l'intonaco deve presentarsi con spessore di 1,5-2 cm, complanare, privo di fessure e di irregolarità e dovrà avere gli spigoli concavi e convessi ben eseguiti e lavorati.

Nel caso si faccia uso di calce, questa dovrà essere usata a distanza di 90 giorni dallo spegnimento.

La finitura dell'intonaco potrà essere a grana liscia, a buccia d'arancia, graffiato o altro, secondo le disposizioni impartite dalla direzione lavori.



Prima di intervenire su intonaci esistenti in parte crollati, dovranno essere approfondite e indagate le ragioni del crollo e ne andranno rimosse le cause, siano esse strutturali che di altro genere.

Si dovrà approfondire la composizione dell'intonaco esistente in maniera da fornire un valido supporto alla scelta della composizione dell'intonaco da reintegro, così che esso sia il più possibile simile nella consistenza, nelle caratteristiche e negli effetti visivi finali, secondo quanto previsto in progetto o quanto disposto in sede di cantiere.

Particolare rilievo avranno le informazioni desunte dalle analisi relative al numero di strati con cui era stato realizzato e alle diverse componenti presenti in ogni singolo strato.

### **Intonaci e riprese di intonaco a base di calce**

L'appaltatore procederà alla preparazione del supporto, il quale dovrà essere esente da fenomeni di umidità o da residui di risalita, dovrà essere pulito da efflorescenze o da patine degradanti e dovrà presentarsi sufficientemente rugoso e scabro così da favorire una migliore adesione. In caso la superficie fosse liscia, si dovrà procedere a renderla rugosa mediante martellinatura leggera.

Per evitare l'assorbimento repentino dell'acqua presente nella nuova malta di intonaco, le murature saranno sufficientemente bagnate mediante pennello, evitando eccessi di ristagno d'acqua; se necessario si procederà a interventi di riadesione degli intonaci preesistenti al loro supporto o alla realizzazione di bordature che facciano aderire gli estremi residui.

La malta verrà predisposta secondo le disposizioni della direzione lavori, facendo uso di contenitori puliti e dosando adeguatamente le parti; sarà opportuno cominciare utilizzando solo una parte dell'acqua necessaria e aumentandone gradatamente il dosaggio, in modo da evitare impasti troppo fluidi o troppo duri: tali impasti dovranno essere realizzati con piccole betoniere o manualmente su tavolati di legno; gli inerti saranno aggiunti secondo le prescrizioni, preferendo negli strati inferiori inerti a maggiore granulometria. Considerati i tempi lunghi per la presa della calce, si potrà operare sugli strati inferiori con calce idraulica e pozzolana o cocchiopesto oppure ancora con sabbione (due parti di grassello di calce, una parte di calce idraulica e nove parti di inerti); sugli strati di finitura si opererà con il grassello di calce e l'aggiunta di inerti a piccola granulometria, ad esempio sabbia vagliata: in ogni caso il grassello dovrà essere adeguatamente stemperato prima dell'uso e si dovrà avere cura di tenere sempre bagnata la superficie dei singoli spessori per evitare la formazione di cretti e cavillature.

Gli strati inferiori saranno eseguiti come rinzafo e pertanto la superficie sarà irregolare, consentendo così l'adesione degli strati superiori. Dopo alcuni giorni, previa bagnatura, si eseguirà lo strato di arriccio (quattro parti di grassello di calce, una parte di calce idraulica, dieci parti di sabbia vagliata). L'ultimo strato sarà costituito da lavorazione finale con fratazzo, così da uniformare le complanarità e i punti di contatto tra il vecchio e il nuovo



intonaco. La superficie finale dovrà presentarsi scabra, così da consentire l'eventuale realizzazione del velo finale (colletta di calce).

Per gli intonaci interni può essere consentito l'impiego di calce aerea idrata in polvere, assolutamente inadatta per gli esterni a causa del suo alto potere di assorbimento.

### **Intonaco e riprese di intonaco civile**

L'esecuzione di intonaco nuovo o la reintegrazione di intonaco civile, ferme restando tutte le considerazioni generali, sarà eseguita a due strati: il primo costituirà la base e il secondo la finitura e verrà eseguito quando gli spessori non siano rilevanti e su murature non di pregio.

L'intonaco di fondo, salvo diverse prescrizioni, sarà ottenuto con una parte di calce idraulica, 0,10 parti di cemento bianco e 2,5 parti di sabbione a diversa granulometria; lo strato finale sarà costituito da una parte di calce idraulica e due parti di sabbione a minore granulometria.

Le superfici, prima della posa, saranno inumidite per la posa dello strato di fondo.

Successivamente, con cazzuola sarà steso lo strato finale il quale verrà lavorato con fratazzo in legno o con spugnatura, a seconda del tipo di finitura che si desidera ottenere.

### **Intonaci e riprese di intonaco colorato in pasta**

L'esecuzione di intonaci o integrazioni di intonaco già colorato in pasta prevedono l'impiego di un impasto che sarà costituito da malta di calce aerea e sabbia fine, pigmentate con materiali naturali (preferibilmente mediante macinatura di pietre o mediante terre naturali). Il supporto dovrà essere opportunamente bagnato e preparato, dopo di che si procederà con lo strato di rinzafo (una parte di calce idraulica naturale e tre parti di sabbia grossolana), poi con lo strato di arriccio (una parte di calce idraulica e due parti di sabbia a media granulometria) opportunamente lavorato con fratazzo, infine con lo strato di finitura pigmentato (spessore 3- 4 mm) ottenuto con una malta morbida ma non fluida costituita prevalentemente da grassello di calce con aggiunta di una piccola quantità di calce idraulica naturale. Verranno aggiunti inerti a grana fine e prodotti per la pigmentazione.

Saranno eseguite campionature preventive per valutare la colorazione a asciugatura avvenuta, annotando ogni elemento utile atto a riproporre la miscelazione delle parti.



La superficie finale sarà trattata con fratazzo metallico, con spugne o con altri utensili in grado di condurre all'ottenimento delle finiture previste.

## **Conservazione e restauro di intonaci**

### **Riadesione di intonaci distaccati mediante iniezioni di miscele leganti**

L'appaltatore, in presenza di intonaci, anche affrescati, che manifestino distacchi dalle pareti di supporto, dovrà intervenire con operazioni che tendano alla loro riadesione alla muratura.

Con semplice battitura lieve eseguita manualmente, egli individuerà le aree di distacco segnandole con gesso in corrispondenza del perimetro della zona di gonfiatura; se necessario, saranno eseguite indagini più specifiche, ad esempio la termografia, che restituirà un diagramma accurato dello stato di adesione dell'intonaco. In caso siano presenti fessure, queste dovranno essere sigillate per evitare che la malta di adesione possa fuoriuscirne. Verranno individuati opportuni punti in cui eseguire piccoli fori con trapano a mano, distribuiti adeguatamente sulla superficie di distacco a una distanza di circa 50 cm l'uno dall'altro. Dopo aver aspirato i residui di polvere, si inietterà una piccola quantità di acqua demonizzata, sia per verificare la presenza di inopportuni canali di fuoriuscita che per inumidire il supporto e ridurre l'assorbimento repentino dell'acqua presente nella malta: attraverso tali fori, procedendo per piccole aree, verrà fatta colare, mediante siringhe di plastica, la malta evitando forti pressioni che potrebbero aumentare il distacco; potrà invece rivelarsi utile esercitare una leggera pressione sull'intonaco, così da migliorare l'adesione.

L'appaltatore procederà alla pulizia dell'eventuale malta di rifiuto e alla chiusura dei fori con piccoli tappi di gomma; avrà cura di eseguire con uniformità le iniezioni, così da favorire una omogenea distribuzione della malta all'interno dell'area di distacco. La malta iniettata sarà composta da due parti di calce aerea naturale e una parte di metacaolino pozzolanico o cocciopesto; in alternativa potrà usare grassello di calce e carbonato di calcio e, se necessario, la malta potrà essere additivata con resine acriliche a funzione colloidale.

Qualora si debba operare all'interno di ambienti su distacchi minimi, sarà utile intervenire con latte di calce e aggiunta di caseina di latte.

### **Riadesione di intonaci distaccati mediante armatura in micro barre**

La riadesione di intonaci distaccati mediante armatura in microbarre prevede che l'appaltatore esegua tutti i lavori preparatori descritti al punto precedente; essa sarà eseguita allorquando non siano sufficienti le semplici iniezioni.

Nei fori designati dalla direzione lavori, realizzati in maniera da coinvolgere anche il supporto murario, l'appaltatore inserirà microbarre in acciaio inox oppure in vetroresina, provvedendo alla sigillatura successiva.

### **Riadesione di intonaci distaccati mediante depressione**

La riadesione di intonaci distaccati mediante depressione prevede che si possano eseguire forature sull'intonaco, parte delle quali utilizzabili realizzando gli interventi di iniezione e di armatura descritti in precedenza.

Mediante pompe aspiranti regolabili, l'appaltatore eliminerà l'aria presente a tergo dell'intonaco distaccato creando quel vuoto che servirà a fare aderire l'intonaco alla parete mediante l'azione combinata della malta iniettata che, con la presa, consentirà all'intonaco di raggiungere una coerenza con il supporto murario.

### **Bordatura di lacune di intonaco**

La bordatura di lacune di intonaco è prevista quando nel progetto le lacune di intonaco siano lasciate in vista: in questo caso infatti, i bordi dovranno essere restaurati e rifiniti in modo che nel tempo siano impediti infiltrazioni dannose o il progredire dei distacchi.

L'appaltatore dovrà procedere rimuovendo le parti cadenti e fortemente decoese e facendo aderire l'intonaco esistente al supporto nel caso in cui si dovessero presentare aree di distacco dalla muratura.

Le superfici saranno opportunamente lavate e pulite, in modo da eliminare ogni segno di salinità e di efflorescenza, e saranno altresì eliminate tutte i fattori degradanti derivanti dall'esterno.

L'insorgenza di ulteriore degrado dell'intonaco nei punti in cui sono presenti lacune sarà arginato facendo aderire il bordo dell'intonaco stesso alla muratura di supporto, dando particolare cura al profilo del bordo stesso che dovrà consentire lo scivolamento delle acque meteoriche.

L'appaltatore dovrà indagare sulle caratteristiche della muratura e più approfonditamente sulla composizione dell'intonaco preesistente: preparerà la malta di rifinitura con calce idraulica e con grassello di calce (per un totale di 1,5 parti, con prevalenza di grassello) e caricherà il legante con sabbia lavata e vagliata o con metacaolino. Si potrà sostituire la calce idraulica con cemento bianco per aumentare le proprietà meccaniche. Si procederà

quindi alla spalmatura per tratti, facendo uso di spatoline e di ogni altro utensile sia in grado di costipare la malta tra bordo dell'intonaco e muratura.

## **Pavimenti e rivestimenti**

### **Materiali in pietra naturale e artificiale per pavimenti e rivestimenti**

I materiali in pietra naturale e artificiale dovranno corrispondere alle prescrizioni di progetto o alle indicazioni impartite in sede di direzione lavori. Essi dovranno essere di prima scelta, del tipo indicato per colore, grana, venatura, forma, finitura e dimensione.

Prima di iniziare la posa, l'appaltatore provvederà a predisporre un numero adeguato di campioni che saranno sottoposti per l'accettazione alla direzione lavori; i campioni prescelti saranno contrassegnati e depositati in cantiere in maniera che possano costituire elemento di riferimento.

Nel caso non vi siano disegni costruttivi dettagliati, spetterà alla direzione lavori disporre il tipo di posa, la pezzatura, l'andamento delle venature, la finitura.

Si potranno avere lavorazioni di posa a macchia aperta, ad andamento ortogonale a scacchiera o altro e, in superficie, si potranno disporre lavorazioni a piombo, a grana fine, a grana media e a grana grossa, a seconda del caso specifico.

I bordi degli elementi non dovranno presentare scheggiature e sbeccature e dovranno presentarsi con taglio netto e preciso e finitura a grana fine, così da favorire i giunti serrati: perciò, qualora dovessero presentare qualche difetto, gli elementi dovranno essere immediatamente scartati.

Le rilevazioni di cantiere per disporre gli adattamenti dei disegni saranno effettuate a cura e spese dell'appaltatore.

La posa finale dovrà essere eseguita senza risalti e senza difetti, completamente complanare.

### **Pavimenti nuovi e integrazione di vecchi pavimenti**

## Generalità

La posa di pavimenti, di qualunque genere essi siano, deve avvenire seguendo scrupolosamente le disposizioni della direzione lavori, sia per quel che riguarda i materiali impiegati che per quel che riguarda la disposizione geometrica, eliminando ogni risalto o irregolarità; sarà pertanto eseguita da personale specializzato.

I sottofondi saranno spianati adeguatamente e potranno essere massetti a base di calcestruzzo idraulico o cementizio oppure gretonati, in ogni caso di spessore di almeno 4 cm, lasciati stagionare per almeno 10 giorni così da evitare la formazione di lesioni. Qualora si dovessero presentare lesioni, queste saranno sigillate con un beverone formato da latte di calce o di cemento. Per massetti leggeri si farà uso di pomice. Successivamente, l'appaltatore eseguirà la malta di allettamento componendola con calce idraulica e stendendola per uno spessore di almeno 1-2 cm; l'appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla direzione lavori i campioni prescritti.

Per pavimenti esistenti egli dovrà effettuare le opportune indagini per identificare i materiali adoperati e le tecniche già in opera. Il pavimento finito dovrà risultare ben aderente al sottofondo e dotato di giunti regolari, così da evitare inopportuni dislivelli localizzati e non complanarità; dovrà altresì arrivare almeno al contatto con l'intonaco, meglio se inserito al di sotto.

Per almeno 10 giorni dopo la posa dovrà essere impedito l'accesso e l'appaltatore risponderà a propria cura e spese di ogni eventuale danneggiamento.

Il pavimento dovrà essere consegnato completamente pulito e privo di macchie.

## Pavimenti in laterizio

I pavimenti in laterizio potranno essere realizzati con mattoni disposti in piano o a coltello, con sestini, con pianelle o con mattonelle prodotte specificamente per pavimentazioni.

La posa dei mattoni deve avvenire su malta grassa, sopra la quale saranno disposti i singoli elementi seguendo le indicazioni di progetto (a file parallele, a spina di pesce, ecc.).

Per piastrelle in cotto, si procederà con metodo in umido predisponendo la malta secondo le disposizioni e le indicazioni della ditta produttrice: in ogni caso, nella posa si avrà cura di bagnare gli elementi di laterizio fino a saturazione per evitare di bruciare la malta; si dovranno altresì comprimere i mattoni, allineare le commettiture e i livellare il piano.

L'appaltatore procederà alla stuccatura mediante malta di calce o di cemento, eventualmente pigmentate.

Nel caso in cui il materiale e la direzione lavori lo prevedano, a presa avvenuta procederà all'arrotatura, alla levigatura e alla lucidatura (o ceratura).

Nel caso vengano impiegate piastrelle già lavorate in superficie, occorrerà eseguire solo il trattamento finale mediante ceratura, seguendo le indicazioni disposte in cantiere.

### **Pavimenti in marmette cementizie o in graniglia di cemento e in lastre di marmo**

Le marmette bagnate fino a saturazione, eseguito il massetto cementizio e stesa la malta di allettamento, anche questa cementizia, saranno posate con cura, assicurando la complanarità e l'allineamento dei giunti (i quali non dovranno superare 1 mm), in modo che non si abbiano a creare disallineamenti e irregolarità.

Gli elementi saranno pressati così da farli aderire al letto e da espellere l'acqua in esubero.

Successivamente, si procederà alla stuccatura con boiaccia di malta cementizia a basso dosaggio di inerti in polvere, eventualmente colorata, stendendola nelle due direzioni con l'apposito spatolone gommato a forma di rastrello e tenendo umido l'ambiente per almeno 3-4 giorni. A presa completa, si effettueranno l'arrotatura e la levigatura, mediante macchine a mola di carborundum e facendo uso di acqua e pomice come liquido e sospensione d'ausilio. Potranno essere adoperate marmette in graniglia già preleviate, le quali richiederanno solo la lucidatura: in questo caso la posa potrà avvenire con malte additivate con lattice colorato, fornite direttamente dalle ditte produttrici, o con collanti da stendere con apposita spatola dentata. Se prevista, l'ultima operazione, a pavimento pulito e asciutto, sarà la ceratura o la lucidatura a piombo.

### **Pavimenti in marmoresina**

Si intendono per marmoresine quelle piastrelle ottenute con resine poliesteri e frammenti di marmi, di quarzi o di graniti, disposti su rete in fibra di vetro e posti in forni a cottura 240°C: si otterranno così piastrelle da lucidare in fabbrica dotate di elevata resistenza agli urti, alle basse temperature e alle abrasioni.

La posa sarà effettuata mediante collanti stesi con spatola a filo intero e la stuccatura con prodotti forniti dalle stesse ditte produttrici.

L'appaltatore avrà cura di non creare inopportuni risalti e dislivelli, verificando continuamente la complanarità.

### **Pavimenti in piastrelle di ceramica o in gres porcellanato**

La posa delle piastrelle di ceramica, sul massetto stagionato, sarà eseguita su uno strato di malta ben costipata con funzione anche di livellante, a base di cemento o di calce idraulica e stesa per uno spessore di 1-2 cm.



Le piastrelle saranno posate a secco sull'allettamento per impostare il disegno, la geometria e le dimensioni dei giunti, per i quali l'appaltatore potrà fare uso anche di distanziatori.

Prima della posa definitiva, dovranno essere bagnate e poi messe in opera con malta fluida eminentemente cementizia. L'appaltatore provvederà a esercitare una leggera pressione sulle piastrelle, così da assicurarne l'adesione e così da provocare la fuoriuscita della malta in esubero, provvedendo altresì alla rimozione della stessa e verificando continuamente i piani mediante stagge e livello.

La malta di stuccatura sarà cementizia, eventualmente pigmentata in cemento bianco in modo da ottenere poi il colore desiderato.

Si provvederà a pulire la superficie con segatura.

La posa mediante collanti dovrà avvenire a livellante ben asciugato, stendendo adeguatamente il velo di colla con spatola dentata in modo da non crear inopportuni vuoti sottostanti, causa di rumori fastidiosi.

### **Pavimenti in getto di cemento**

Per finiture di calpestio previste in cemento, quali piani cantinati oppure corsie di garage, sul massetto cementizio ancora fresco va messa in opera una malta grassa per uno spessore di 2-3 cm e successivamente uno strato, che potrà raggiungere i 5 mm, composto esclusivamente da cemento steso adeguatamente e trattato in superficie a finitura liscia oppure spugnata mediante rullo oppure, ancora, zigrinata e rigata con spatola a pettine.

### **Pavimenti in legno (parquet)**

I pavimenti in legno saranno eseguiti con materiale di ottima qualità e ben selezionato, stabile e stagionato, uniforme per essenza, tinta, grana e finitura.

L'appaltatore avrà l'obbligo di mostrare alla direzione lavori adeguate campionature prelevate da diversi imballi, in modo che possano esserne verificate le caratteristiche.

Le tavolette (lamparquet) e i listoni (doganelle) dovranno essere profilati correttamente lungo i bordi e presentare la battentatura, la fresatura o l'immaschiatura.

Il sottofondo dovrà essere opportunamente preparato con massetto ben stagionato e caldaia di cemento da 2- 3 cm di spessore, ben fratazzata liscia.

I listoni verranno montati tramite chiodature su una intelaiatura di legno costruita nelle due direzioni, avente maglia di adeguate dimensioni (non superiore a 35 cm) e bordo perimetrale.



I listelli saranno parzialmente o completamente annegati nella caldana e la superficie superiore dovrà essere adeguatamente complanare.

La chiodatura potrà essere fatta anche su travicelli di abete fissati al sottofondo o su tavolato di 25-30 mm di spessore.

Se necessario, per i lamparquet che richiedono montaggio mediante collanti (su caldana o su precedente pavimento oppure su uno strato di teli isolanti) sarà predisposto autolivellante, così da eliminare anche lievi differenze di complanarità.

Le superfici dovranno essere asciutte, lavate e sgrassate in modo che i collanti possano aderire senza difficoltà; questi saranno scelti tra prodotti in commercio dotati di adeguata elasticità. La posa dovrà essere perfetta, non presentare risalti e seguire rigorosamente il disegno disposto dalla direzione lavori.

I tagli lungo le pareti dovranno essere regolari e arrivare a raso con l'intonaco, in modo che il battiscopa rifinisca adeguatamente.

A posa ultimata, l'appaltatore procederà alla lamatura e alla levigatura, avendo cura di ottenere una superficie perfetta.

Il trattamento finale sarà infine eseguito, seguendo scrupolosamente le prescrizioni di cantiere, con cera naturale, con olio di lino cotto o con altro prodotto, a seconda della finitura che si vorrà ottenere.

### **Pavimenti in linoleum**

Per la posa di pavimenti in linoleum, il sottofondo dovrà essere lavorato in maniera perfetta mediante impasto di cemento e sabbia, steso e tirato liscio; ogni imperfezione e asperità dovrà essere eliminata e rasata. A asciugatura e stagionatura avvenute, potrà essere eseguita la posa con collanti e mastici specifici. L'operazione dovrà essere realizzata da operai specializzati, i quali avranno cura di stendere i teli in modo che non si creino bolle e rigonfiamenti, agendo sulle superfici anche con spatolone in gomma, purché non si creino danneggiamenti al materiale.

La pulizia verrà eseguita con segatura umida passata ripetutamente sulla superficie fino a perfetta pulitura; rimossa quella umida, verrà nuovamente stesa altra segatura asciutta che servirà a eliminare ogni minima traccia di umidità residua.

Con olio di lino cotto si provvederà al trattamento finale di lucidatura, che avrà altresì la funzione di migliorare le prestazioni elastiche e le capacità impermeabili del materiale.

In taluni casi il linoleum potrà essere messo in opera anche su pavimenti preesistenti, purché stabili, interponendo uno strato di malta di gesso di 2-4 mm di spessore.



## **Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto del tipo alla “veneziana” a base di calce**

Sulle pavimentazioni esistenti realizzate in battuto alla “veneziana” o alla “genovese”, dopo aver individuato e rimosso le cause di degrado, si effettueranno accurati esami per conoscere le percentuali e la pezzatura dei frammenti di pietra, di marmo, di eventuale cocchiopesto, le aggiunte di altri materiali lapidei e la loro granulometria. Si indagheranno, inoltre, la quantità e la qualità dei pigmenti, in modo che l'impasto di calce per le integrazioni sia del tutto simile a quello preesistente.

La lacuna dovrà essere opportunamente tagliata e rifinita mediante stuccatura nei bordi, così che il profilo sia pronto ad accogliere l'integrazione; dovranno essere altresì rimosse tutte le particelle e tutti i residui polverosi, anche tramite l'impiego di aria compressa.

Nel sottofondo verrà disposto un primo impasto ottenuto con calce (una parte di calce spenta e due parti di calce idraulica), 8-9 parti di frammenti di mattoni, 3-4 parti di pietrisco.

Partendo dal perimetro della lacuna e, in caso di grosse mancanze, seguendo guide centrali, con la cazzuola stenderà questo primo strato di struttura (lo spessore generalmente si aggira intorno ai 10-15 cm); l'appaltatore dovrà battere ripetutamente mediante pestello meccanico, in modo da eliminare ogni alveolo e da far fuoriuscire l'acqua in esubero, avendo cura di controllare il livello e la complanarità.

Egli alternerà rullatura e battitura fino a raggiungere la costipatura totale e lo spurgo finale.

Successivamente, provvederà a stendere con la staggia lo strato successivo, detto coprifondo, che si aggirerà generalmente intorno ai 3 cm di spessore e sarà composto da calce sottoforma di grassello, polvere grossolana di cocchio e eventualmente sabbia, secondo proporzioni di 1 : 3 tra legante e inerte.

Se necessario, si potrà eventualmente sostenere il coprifondo con rete zincata a maglia fitta disposta a metà spessore della pasta.

Nella lavorazione, l'appaltatore procederà alla cura dei livelli e della complanarità, oltre che alla eliminazione delle discontinuità lungo il bordo della lacuna.

Lo strato finale di stabilitura sarà disposto in modo da accogliere la graniglia finale.

Lo spessore medio sarà di circa 1-2 cm e la composizione della malta di impasto sarà a base di calce spenta e polvere di marmo, dosati in pari quantità; sulla malta verrà eseguita la semina casuale (o secondo disegno riportato con spolvero sulla stabilitura) dei frammenti di marmo, partendo da quelli più grossi e riempiendo gli spazi interposti con quelli più piccoli: per far penetrare i marmi, per livellare e per eliminare le cavità, verranno eseguite la rullatura e la battitura con gli strumenti a ciò predisposti.

Quando il pavimento comincerà a fare presa, sarà eseguita la levigatura a mano (da evitare quella meccanica).



Dopo 30 giorni di stagionatura, si provvederà alla stuccatura di eventuali imperfezioni preparando una mistura di olio di lino cotto, pigmenti e calce idrata.

A presa avvenuta si procederà alla levigatura, preferibilmente a mano, e alla lucidatura con olio di lino crudo mescolato a essenza di trementina stesa a più passate.

L'ultima operazione da eseguire sarà la ceratura finale.

Nel caso in cui la finitura non sia costituita da marmi ma solo da frammenti fini di cotto e cocchiopesto, con eventuale aggiunta di terre colorate, la stesura avverrà mediante cazzuola piccola e spatola.

### **Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto di graniglia in base cementizia o idraulica**

Sulle pavimentazioni già esistenti realizzate in battuto di graniglia, oltre a individuare le cause di degrado esterno che dovranno comunque essere rimosse, si dovranno individuare anche le percentuali e la pezzatura dei frammenti di pietra, di marmo, di eventuale cocchiopesto, le integrazioni di altri materiali lapidei, la loro granulometria nonché la quantità e la qualità dei pigmenti, in modo che l'impasto di cemento per le integrazioni sia del tutto simile a quello preesistente; anche in questo caso, la lacuna dovrà essere opportunamente tagliata e rifinita mediante stuccatura nei bordi e successivamente pulita.

Nel sottofondo verrà disposto un primo impasto secco di cemento, rottami di cotto e, se necessario, argilla espansa di piccola granulometria, così rendere leggera la miscela, con un rapporto tra legante e inerte 1 : 4. Lo spessore potrà essere di 3-4 cm; in alternativa, il massetto potrà essere costituito da calce idraulica naturale e sabbione in proporzioni 1 : 4.

Successivamente, l'appaltatore provvederà a stendere lo strato successivo di coprifondo, generalmente di spessore intorno ai 3 cm, composto da 300 kg di granuli di mattone per 1 m<sup>3</sup> di cemento lasciati quasi secchi. Nella lavorazione egli procederà alla cura dei livelli e della complanarità oltre che alla eliminazione delle discontinuità lungo il bordo della lacuna.

Lo strato finale di stabilitura sarà disposto in modo da accogliere la graniglia finale; lo spessore medio sarà di circa 2 cm e la composizione della malta di impasto, sulla quale si semineranno i marmi colorati ridotti a frammenti (seguendo anche l'eventuale disegno di progetto) sarà priva di acqua e ottenuta con pigmenti minerali e terre colorate, due parti di graniglia di marmo e tre parti di cemento. La stabilitura potrà altresì essere costituita da calce idraulica o cemento bianco contenente graniglia di marmo, micrograniglia e polveri lapidee.

Infine, per ottenere la plasticità necessaria, si bagnerà la miscela.

Per far penetrare i marmi, per livellare e per eliminare cavità, verranno eseguite contemporaneamente all'aspersione anche la rullatura e la battitura con gli strumenti a ciò predisposti.

La levigatura sarà eseguita a macchina adoperando spazzole abrasive a grana sempre più fina.

Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in bollettonato alla “palladiana”

I pavimenti alla palladiana, premesso quanto già ampiamente descritto sopra, prevedono si distendano i pezzami di marmo sullo strato di coprifondo, riducendo al minimo lo spazio tra le singole parti; su tali pezzami, provvedendo a rullare, verrà gettata la boiaccia di cemento colorato fino a saturazione e rigurgito.

Le lavorazioni finali di arrotatura, levigatura e lucidatura seguiranno il protocollo descritto per le graniglie cementizie.

### **Integrazione e ripristino di pavimenti eseguiti con elementi modulari**

Sulle pavimentazioni esistenti dovranno essere condotte le opportune verifiche al fine di individuare le cause di degrado, che potranno riguardare semplicemente la stuccatura ma che potranno anche richiedere verifiche e soluzioni più complesse.

Nel caso lo stato di degrado sia provocato da cause esterne, quali per esempio condensa, deformazioni eccessive di orizzontamenti, ecc., dovranno essere risolte dapprima tali problematiche.

Successivamente, dovranno essere eliminati tutte le tipologie di degrado presenti sulle superfici quali croste, efflorescenze, concrezioni, in maniera che si rendano visibili anche dissesti occultati dalle patine.

I vecchi trattamenti superficiali, quali per esempio la ceratura, saranno rimossi con interventi specifici.

Nel caso in cui le fessure presenti siano di lieve entità, si procederà alla preparazione della stuccatura composta con legante e inerte appropriato, a seconda se si tratti di pietra, legno o laterizio.

Verranno impiegate perciò calce idraulica o resina acrilica caricate, a seconda del caso, con caolino, polvere di marmo, cocchiopesto, polvere di legno.

Con la spatola metallica flessibile si stenderà la malta sulla superficie pulita, esercitando una certa pressione in modo da favorire l'introduzione nelle fessure. Per lacune profonde, si potrà procedere a più strati attendendo che lo strato precedente abbia fatto presa e rendendolo scabro per migliorare l'aggrappaggio successivo. L'ultimo strato sarà realizzato leggermente in risalto, in maniera che le operazioni di lamatura, di levigatura e di lucidatura non evidenzino il ritiro.

Nel caso in cui alcune parti siano mancanti o siano staccate oppure queste, durante le fasi di cantiere, vengano a mancare o si stacchino dal supporto, l'appaltatore dovrà procedere con operazioni integrative, seguendo le prescrizioni della direzione lavori.



Potranno essere necessari o opportuni anche smontaggi parziali, purché l'appaltatore abbia cura di eseguire una mappatura degli elementi, di numerarli e di annotare ogni informazione utile affinché il rimontaggio venga effettuato adeguatamente e senza variazioni.

Gli elementi smontati dovranno essere accuratamente puliti con spazzole di saggina, con piccole spatole o microincisori e quindi con detergenti. In taluni casi si dovrà rimuovere anche il massetto sottostante agli elementi smontati, provvedendo al suo rifacimento facendo uso di malta di calce idraulica naturale e sabbione.

Prima della posa si dovranno attendere tutti i tempi di stagionatura necessari, per evitare fenomeni di efflorescenza o deformazioni del materiale da pavimento.

Le cavillature del massetto saranno richiuse con boiaccia di calce idraulica e la malta di allettamento dovrà essere dello stesso tipo di quella già in opera.

Si procederà alla posa degli elementi rimossi e di quelli di reintegro secondo il disegno originario e secondo quelle che sono le originarie distanze tra gli elementi. La posa sarà eseguita su un letto di malta di calce idraulica, provvedendo a esercitare una leggera pressione per far aderire gli elementi. Durante la fase di presa, il materiale dovrà essere tenuto umido. Si procederà infine alla stuccatura delle fughe mediante boiaccia di calce idraulica, eventualmente pigmentata con prodotti minerali naturali, fino a ottenere la colorazione originaria.

Secondo le disposizioni della direzione lavori, le pietre di reintegro potranno essere lavorate in superficie in modo da uniformarsi o da differenziarsi rispetto a quelle già esistenti.

Per pavimenti in pietra naturale o artificiale (graniglia, marmette e marmettoni) le lavorazioni saranno completate con la levigatura-arrotatura, eseguita a più mani, adoperando mole gradatamente più fini e interponendo una boiaccia colorata sulla quale, a presa avvenuta, sarà fatta passare la macchina.

La presenza della boiaccia ridurrà la formazione di rigature.

Tutti i residui fluidi di lavorazione dovranno essere accuratamente rimossi, specie se presentano frammenti dannosi per la resa della levigatura.

Si procederà infine alla lucidatura mediante feltro e alla piombatura mediante due lamine di piombo incrociate, fissate ai feltri.

Per i pavimenti in cotto, il trattamento finale consisterà nella stesura di olio di lino crudo diluito al 10% con acquaragia; seguirà un secondo trattamento nel quale verrà aumentata la percentuale di olio e a seguito del quale, ad asciugatura avvenuta, si stenderà la cera.

## **Integrazione e ripristino di pavimenti in legno**

Nel caso si debbano integrare vecchi pavimenti lignei, sarà opportuno effettuare le analisi e le verifiche che consentano di individuare le essenze legnose impiegate e i sistemi di montaggio: prelevando frammenti interni di materiale esistente, si sceglierà quello più simile per cromia, grana, finitura e qualità.

Verranno rimosse tutte le cause di degrado e di dissesto, sia del materiale che esterne al materiale, e sarà verificato il fissaggio degli elementi al supporto.

Individuata la lacuna, che dovrà essere pulita anche con aspiratore, si procederà a preparare i bordi eliminando, fissando o incollando gli elementi perimetrali.

L'appaltatore eseguirà le integrazioni seguendo le modalità di posa adoperate per i materiali già esistenti. Eventuali stuccature saranno eseguite con collanti caricati con polvere di legno.

La lamatura, la levigatura e il trattamento finale, eseguito quest'ultimo con olio di lino cotto oppure con cera d'api dati a più mani su tutto il pavimento, potranno favorire miglioramenti estetici anche con operazioni di riprese localizzate e diversificate.

In alternativa, si potranno eseguire finiture con vernici lucide o semilucide a base di polimeri.

## **Rivestimenti Generalità**

Tutte le operazioni inerenti i rivestimenti dovranno essere svolte da personale specializzato e essere eseguite a perfetta regola d'arte, facendo uso esclusivamente dei materiali selezionati dalla direzione lavori sulla base di adeguate campionature alle quali si conformeranno.

La posa dovrà assicurare un'adeguata adesione all'intonaco retrostante: i materiali saranno perciò imbibiti, aspersi o immersi in acqua; la bagnatura interesserà anche il supporto in modo che la malta di incollaggio non debba subire bruciature per repentino ed eccessivo assorbimento di acqua.

La posa avverrà su malta cementizia, salvo diverse prescrizioni, seguirà il disegno prescritto e i giunti saranno ben allineati e stuccati con malta cementizia bianca o del colore prescritto.

A posa avvenuta, l'appaltatore provvederà all'esecuzione di tutti i gusci e i raccordi con stuccatura. Le superfici saranno consegnate completamente pulite e integre.

## **Restauro e consolidamento di rivestimenti**

Per lavori di ripristino, saranno condotte indagini preventive per verificare i supporti preesistenti sia per quel che concerne i materiali adoperati che per quel che concerne le tecniche esecutive, annotando ogni cosa possa essere utile durante la fase operativa.

In caso di rivestimenti a disegno, questo dovrà essere rilevato e riprodotto, anche facendo uso di fotogrammetria.

Tutte le cause patogene esterne dovranno essere rimosse in modo da evitare che i degradi si possano presentare nuovamente.

Le superfici dovranno essere ripulite da ogni residuo presente (efflorescenze, concrezioni, macchie e croste) e preparate secondo quanto richiesto dal tipo di rivestimento.

Per le parti decoese ma non eliminabili si dovrà provvedere alla riadesione al supporto applicando sostanze adesive aventi caratteristiche adeguate ai materiali sui quali verranno applicati: l'applicazione degli adesivi potrà avvenire mediante nebulizzazione, a pennello o a iniezione. Se necessario, si farà uso di velatino che fungerà da supporto delle superfici durante le lavorazioni: in particolare, si potranno impiegare carta giapponese o cotone, entrambi aderenti al rivestimento da restaurare, disposti seguendo l'andamento delle eventuali modanature. Tali velatini saranno rimossi con adeguate soluzioni che non siano dannose per le superfici dopo l'operazione di riadesione. Nel caso in cui siano presenti fessure non lievi, queste andranno stuccate in profondità in modo da ricostituire la continuità. Nel caso in cui si debbano restaurare rivestimenti lapidei, le lavorazioni dovranno attenersi alle indicazioni redatte dall'icr e contenute nelle "Note sui trattamenti conservativi di manufatti lapidei".

L'appaltatore, perciò, dovrà eseguire le analisi opportune sullo stato conservativo e sulle caratteristiche del materiale.

Per dissesti costituiti da microfessurazioni e cadute di scaglie si dovrà procedere alle stuccature e alla riadesione, facendo eventualmente uso di velatino che sia d'aiuto durante la fase di iniezione di adesivo.

## **Integrazione di lacune di dipinti murali**

Le integrazioni di lacune di dipinti murali saranno eseguite esclusivamente da personale specializzato e i criteri e gli obiettivi perseguiti saranno oggetto di apposito progetto di restauro pittorico, il quale esula dal presente capitolato.

Per le lacune di tali dipinti, qualora all'appaltatore venisse richiesta un'operazione di integrazione mediante intonacatura o stuccatura, egli provvederà a eseguire le parti mancanti secondo le disposizioni della direzione lavori quanto a composizione e modalità di posa, integrando un'eventuale lavorazione finale consistente in una velatura colorata secondo le disposizioni e le tinte impartite.

## **Mosaici parietali**

Per mosaici parietali degradati, dopo aver rimosso tutte le cause esterne che hanno creato danneggiamenti, si eseguiranno le operazioni di adesione o di fissaggio mediante iniezioni adesive o mediante inserimento di piccoli perni o altre tassellature.

Nel caso siano presenti distacchi consistenti, facendo uso della velinatura potranno eseguirsi distacchi procedendo per piccole porzioni.

Il supporto dovrà essere ripulito da ogni residuo e, se necessario, preparato e rasato in modo che l'inserito rimosso possa essere ricollocato in opera.

L'appaltatore farà uso di malta di calce e pozzolana sia per la malta di adesione che per la stuccatura; per quest'ultima, verificata quella già in opera, la direzione lavori disporrà la granulometria della sabbia e l'eventuale pigmentazione.

## **Finiture superficiali Intonachini**

### **Generalità**

Gli spessori di finiture superficiali finali saranno molto contenuti e saranno ottenibili mediante selezione di prodotti accuratamente vagliati e mescolati, seguendo la qualità, i dosaggi, le granulometrie e le modalità esecutive prescritte specifiche del tipo di finitura prescelto.

Dal rigore con il quale l'appaltatore eseguirà la lavorazione dipenderà la qualità della finitura.

### **Intonachino o colletta di calce**

Sullo strato di intonaco a base di calce, verrà stesa la miscela per uno spessore non superiore ai 3 mm, onde evitare cavillature causate dal ritiro dovuto all'evaporazione dell'acqua presente nella colletta. La sua composizione sarà costituita da una parte di inerte (la cui grana sarà rigorosamente disposta dalla direzione lavori, a seconda del tipo di grana della finitura che vorrà ottenere) e una parte di legante ossia di grassello di calce; in alternativa al grassello puro si potrà integrare una piccola quantità (20% circa) di calce idraulica naturale: in questo caso il rapporto tra inerti e legante sarà 2 : 1.

La granulometria degli inerti sarà variabile e dipenderà dall'effetto finale previsto: con l'ausilio di spatole metalliche, di fratazzo all'americana, l'appaltatore stenderà la malta a più strati. Per una buona lavorabilità e aderenza e per un migliore risultato finale, è preferibile

stendere la colletta quando l'intonaco di base si presenti ancora sufficientemente fresco ma dotato di una buona presa e di una superficie piuttosto rugosa.

Lo strato finale sarà eseguito con fratazzo di spugna.

### **Marmorino o stucco alla veneziana**

La lavorazione a marmorino prevede che venga preparata una pasta costituita da due parti di grassello di calce mescolato a 0,5 parti di calce idraulica naturale, a due parti di polvere di marmo ridotta a farina impalpabile e una parte di sabbia e pigmenti colorati, questi ultimi in percentuale minima, decisamente inferiore all'1%; una parte del grassello di calce potrà essere sostituita da cemento bianco.

Il supporto dovrà essere privo di ogni residuo di polvere, di fessure e efflorescenze: in ogni caso, prima della stesura dell'impasto si dovrà procedere ad abbondante bagnatura con pennellessa.

La pasta verrà preparata in contenitori puliti e potrà essere miscelata manualmente o meccanicamente, purché non si formino grumi e imperfezioni. Se necessario, i pigmenti potranno essere dapprima diluiti in acqua separatamente e poi aggiunti all'impasto in fase di mescola.

La stesura sarà eseguita con cazzuole o spatole e si potrà procedere man mano alla rasatura mediante lamine rasanti metalliche: questo trattamento finale sarà più o meno accurata a seconda della lucidità che si vorrà ottenere e sarà migliorabile se lavorato con fratazzo metallico all'americana.

Per esaltarne infine la lucentezza e per rendere impermeabile ma traspirante la superficie, si potrà bagnare la parte con pennellessa impiegando una soluzione ottenuta con sapone di Marsiglia e, dopo circa tre ore, lucidarla con panno di lana.

## **Tinteggiature**

### **Generalità**

Le tinteggiature potranno essere eseguite sia all'interno che all'esterno, su supporto nuovo o su supporto preesistente, purché compatibile con il tipo di tinteggio che si vorrà eseguire e purché il supporto sia adeguatamente preparato e ripulito da ogni elemento che possa essere causa di una esecuzione imprecisa, inclusa la pulizia da ogni precedente trattamento di finitura non consono alla nuova lavorazione.

Le tinteggiature potranno essere completamente coprenti oppure potranno consistere in velature destinate a creare un velo di continuità tra materiali.





L'appaltatore eseguirà il tinteggio utilizzando i prodotti e le modalità indicate dalla direzione lavori, siano essi a base di calce o a base vinilica, a tempera o di altro genere.

La posa potrà avvenire a rullo o a pennello o con qualunque altra modalità venga indicata.

Per le integrazioni, saranno eseguiti gli opportuni accertamenti atti a verificare il tipo di materiale usato e la modalità di posa impiegata: in ogni caso, saranno eseguite un numero adeguato di campionature le quali saranno numerate e catalogate a seconda del tipo di miscela preparata.

Una volta contrassegnato il campione, l'appaltatore eseguirà il lavoro seguendo le istruzioni e predisponendo una quantità di miscela utile per l'uso che se ne dovrà fare successivamente.

Dovrà consegnare il lavoro privo di imperfezioni e completamente piano, privo di scabrosità o addensamenti di materiale e di pigmenti, in modo che non siano visibili inopportune riprese, a meno che non si tratti di disposizioni della direzione lavori volte a segnalare il limite tra l'autenticità e il rinnovamento del tinteggio.

## **Sagramatura**

L'appaltatore dovrà eseguire la sagramatura, trattamento superficiale di conservazione e regolarizzazione dell'apparecchio laterizio, su paramenti in mattoni a vista, quando disposto in progetto o in fase esecutiva.

La finitura potrà essere trasparente o coprente, a seconda se si debba esaltare o celare il supporto.

Il preparato sarà composto da cocchiopesto ridotto a polvere, calce aerea (grassello di calce o, in alternativa, calce idraulica naturale), eventuali pigmenti naturali scelti in sintonia con il colore del paramento laterizio, quali per esempio le terre, con dosaggi che saranno relazionati alla qualità del supporto, all'effetto cromatico di partenza e a quello che si vorrà ottenere.

Le pareti dovranno essere pulite con spazzole, dovranno essere aspirate le polverulenze, rimosse le eventuali irregolarità delle stucature dei giunti e, se presenti, dovranno essere stuccate le piccole lacune di superficie con stucco ottenuto con calce, sabbia e cocchiopesto.

Prima della posa del velo di cotto, si dovranno bagnare abbondantemente le pareti.

Successivamente, il fluido/impasto preparato verrà steso sulle superfici e lisciato, tramite l'impiego di un elemento di mattone che sfregnerà il paramento fino a quando la superficie capterà i pigmenti della miscela e quelli derivanti dall'abrasione.

Se necessario, si potrà completare l'operazione con una velatura di colore del laterizio che avrà l'effetto di uniformare la finitura generale.

## Scialbatura a calce

La scialbatura verrà eseguita con grassello di calce o fiore di calce, purché sia stato adeguatamente stagionato per almeno 24 mesi. Questa lavorazione di finitura potrà essere realizzata solo su supporti a base di calce e dovrà assolutamente essere evitata su supporti a base di gesso o di cemento, pertanto per supporti esistenti l'appaltatore dovrà eseguire gli opportuni accertamenti per verificarne natura e consistenza.

La preparazione avverrà stemperando la calce in acqua nel rapporto calce-acqua 1 : 2, purché quest'ultima sia completamente pulita e priva di ogni impurità, in modo da assicurare resa e stabilità cromatica uniforme. In alternativa al grassello, la tinta potrà essere preparata con calce idraulica e acqua, nello stesso rapporto 1 : 2, in ogni caso le quantità di acqua verranno aumentate o ridotte a seconda del potere di assorbimento del supporto.

Dopo la mescolatura, l'appaltatore lascerà che trascorran almeno 6 ore per la maturazione e successivamente passerà il fluido al setaccio stretto, allo scopo di eliminare ogni scoria o elemento impuro presente.

Per ottenere coloriture, secondo le disposizioni della direzione lavori, l'appaltatore aggiungerà pigmentazioni minerali, terre naturali o artificiali avendo cura di stemperarle o scioglierle preventivamente in una dose di acqua nel rapporto 1 : 2 rispetto al loro volume.

L'appaltatore non dovrà mai aggiungere i pigmenti in quantità tali da poter pregiudicare la resa cromatica del tinteggio.

Dopo un adeguato riposo di qualche ora, eliminato ogni granulo presente mediante il setaccio stretto, i pigmenti verranno aggiunti all'impasto. Considerato che la coloritura, a stagionatura avvenuta, riduce la sua intensità e aumenta il suo effetto coprente, l'appaltatore eseguirà prove con adeguato anticipo oppure dovrà tenere conto di tale perdita di colore.

I recipienti contenenti la tinta dovranno essere tenuti in ombra anche mediante semplici coperture, per evitare evaporazioni e alterazioni cromatiche causate dal sole e dovute al circolo d'aria.

L'appaltatore dovrà preparare adeguatamente il supporto, eliminando ogni residuo polveroso, ogni macchia e ogni altro elemento di degrado o che possa in qualche modo arrecare nocimento alla resa finale, attenendosi alle prescrizioni e al protocollo di procedura illustrato nei capitoli specifici riservati alle pulizie.

In caso di distacchi dei supporti o di fessurazioni, egli eseguirà tutte le opere di riadesione e di consolidamento che verranno ritenute opportune.

La posa dovrà essere realizzata in condizioni climatiche stabili e moderate, evitando sia forti stati di umidità che caldo e freddo eccessivi, facendo uso di pennelli o di irroratrici;

considerato che nel fondo dei recipienti si depositano i pigmenti, va eseguita continuamente la mescolatura evitando di immergere fino in fondo il pennello, in modo che non capti i depositi di pigmenti che renderebbero disomogenea la tinteggiatura.

In caso di intonaci nuovi o di riprese di intonaco interno, la scialbatura pigmentante andrà eseguita su superficie fresca, previa posa di uno strato di latte di calce.

Nel caso debba essere realizzata una posa su intonaco interno preesistente, sarà necessario imbibire comunque le superfici con latte di calce e ventilare i locali dopo la posa così da favorirne l'asciugatura.

Solo se ritenuto indispensabile, potrà essere fatto uso di additivo nella seconda mano allo scopo di far aderire la nuova tinteggiatura alla vecchia a scialbo.

Per pose eseguite all'esterno, l'appaltatore dovrà eseguire la posa su supporto ben asciutto; inoltre dovrà fare in modo da evitare la formazione di aloni e di macchie causate da eccesso di ventilazione e di soleggiamento. Dovrà proteggere le superfici già trattate almeno per una settimana, sia per preservarle dall'azione di sole e vento che da quella delle piogge che tenderebbero a dilavare i pigmenti con effetti discontinui di superficie. Considerato che gli agenti meteorologici e inquinanti possono avere effetto alterante e dilavante sugli scialbi, le superfici potranno essere trattate a distanza di un mese con veli di silossani o di silicati di potassio, se così disposto dalla direzione lavori.

### **Tinteggiatura a calce fresca**

La delicatezza e la difficoltà esecutiva di questo tipo di tinteggiatura richiederà manovalanza specializzata, trattandosi di intervento di tinteggiatura da eseguire su colletta (o velo o intonachino) di calce ancora fresca. Tale colletta sarà composta da una parte di grassello, una parte di polvere di marmo e una parte di sabbia molto fine; sulla colletta andrà stesa la tinteggiatura in modo che, attraverso il processo di carbonatazione, la coloritura divenga elemento della struttura molecolare della colletta (come l'affresco pittorico).

In caso di intonaci nuovi, il rinzaffo e l'arriccio dovranno essere ancora umidi oppure dovranno essere opportunamente irrorati con acqua pulita.

L'appaltatore dovrà eseguire solo quelle superfici di colletta che è certo di poter tinteggiare nell'arco di poche ore, avendo cura di individuare aree nelle quali la giunzione non sia eccessivamente visibile. L'operazione sarà eseguita con fratazzo o con spugna, lavorando per ottenere il tipo e il grado di finitura previsti e disposti in cantiere. Prima della coloritura a fresco, dalle superfici andrà rimosso ogni elemento estraneo con pennello morbido. Si eseguiranno dopo qualche ora, previa bagnatura mediante spruzzo, le operazioni di tinteggiatura sulla superficie, la quale dovrà essere fresca ma non più plastica.

L'appaltatore preparerà il colore, il quale sarà più o meno denso a seconda se si debba ottenere una superficie coprente oppure una velatura. Procederà eseguendo a una o più mani, a seconda della trasparenza voluta. Prima della stesura dell'ultimo strato, al fine di

eliminare ogni residuo acquoso, sarà opportuno fare scorrere sulla superficie un rullo duro. Appena steso l'ultimo strato, si procederà mediante nebulizzatore a tenere umida la superficie.

Se richiesto, dovrà essere eseguito preventivamente un numero adeguato di campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

Se necessario, anche la tinteggiatura a fresco eseguita all'esterno potrà essere protetta da una mano di prodotti a base di silossani o di silicati di potassio.

### **Velatura a calce**

La direzione lavori potrà disporre la realizzazione di una velatura a base di calce qualora in progetto o durante l'esecuzione dei lavori si dovesse rivelare necessario procedere alla protezione superficiale di intonaci, pietre o mattoni.

La soluzione dovrà essere molto acquosa, ottenuta con lo scioglimento nel liquido di grassello di calce (o di calce idraulica naturale) alla quale andranno aggiunti i pigmenti colorati desiderati in un rapporto molto basso.

Prima della posa dovranno essere preparate, pulite, stuccate e consolidate le superfici, secondo i protocolli previsti nel capitolato specifico. La superficie dovrà poi essere inumidita e mediante pennello velata con la soluzione preparata, avendo cura di procedere in maniera ordinata per fasce parallele, facendo sì che nessuna porzione di superficie resti scoperta.

Potrà essere disposto un trattamento finale protettivo con caseina a base di calce.

Se richiesto, dovrà essere eseguito preventivamente un numero adeguato di campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

### **Tinteggiatura ai silicati**

La buona posa e la buona riuscita della tinteggiatura ai silicati dipende dalla stagionatura del supporto, pertanto l'appaltatore dovrà verificare, mediante appositi strumenti, che non sia presente alcuna traccia di umidità. Il supporto potrà essere indifferentemente realizzato a base di cemento o a base di calce, mai a base di gesso.

Sarà indispensabile eseguire campionature modificando i vari componenti del preparato, in modo da scegliere con consapevolezza quello che sarà l'effetto finale delle finiture e delle tinte.



Prima della stesura del tinteggio, l'appaltatore dovrà provvedere a tutte le operazioni di pulitura e di preparazione, siano essi lavaggi che imprimiture e dovrà attendere 12 ore per l'asciugatura e la stabilizzazione.

L'appaltatore preparerà la tinta miscelando ad acqua pulita, meglio se distillata, i pigmenti colorati e il colore bianco di base nonché i silicati liquidi, in un rapporto che dipenderà dai toni desiderati.

La tinta dovrà essere costantemente mescolata e adoperata nell'arco di alcune ore (4-6), a causa della instabilità dei silicati.

Gli strati potranno essere due o tre, realizzati con intervalli di 12 ore gli uni dagli altri; si procederà alla stesura mediante pennello o mediante irrorazione, evitando che le pareti vengano eccessivamente colpite dal sole.

I silicati costituiranno con l'intonaco un velo di silice che tratterrà i pigmenti e ne assicurerà nel tempo la traspirabilità e la buona impermeabilità rispetto agli agenti esterni.

Se verranno rispettate tutte le procedure, la superficie finale si presenterà priva di macchie e di aloni, di croste e distacchi.

### **Tinteggiatura a tempera o vinilica**

Prima della tinteggiatura a tempera o vinilica, dovranno essere eseguite preventivamente campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

Per tempere realizzate con collanti naturali, il supporto dovrà essere a base di calce, qualora invece si abbiano supporti in base cementizia o bastarda, il collante usato dovrà essere sintetico a causa della incompatibilità tra calce e cementi.

La tinta sarà preparata mediante miscelazione di pigmenti colorati e caolino in base di acqua, passando il tutto al setaccio e lasciandolo riposare per ottenere lo scioglimento completo delle polveri; verranno quindi aggiunte sostanze a effetto collante naturale o sintetico ossia colla animale o colla vinilica.

Si aumenteranno le percentuali di collante nel caso in cui la tinteggiatura debba essere eseguita all'esterno e negli strati più profondi; il preparato andrà ben rimestato e poi lasciato a maturare e quindi, se necessario, passato nuovamente al setaccio, serrato in modo da eliminare eventuali corpi estranei; la sua consistenza e la sua densità varieranno a seconda della porosità del supporto.

Su supporto ben asciutto e ben preparato e carteggiato, sul quale sarà steso un primer a base di colla e acqua (la stessa usata per la miscela colorante) verrà messa in opera la prima mano di tinteggiatura mediante pennello, procedendo in senso orizzontale o in senso verticale, purché non si creino vortici e alternanze di pennellate e di direzioni. Dopo 12 ore potrà essere eseguita la posa successiva e così anche per l'ultimo strato.

Molta cura dovrà essere posta in fase di immersione del pennello, il quale non dovrà mai pescare nel fondo del contenitore per non captare addensamenti di tinte.

### **Patinatura a sabbia**

Per finiture superficiali riguardanti solo le stuccature di paramenti a vista oppure riguardanti gli intonaci e le superfici appena tinteggiate, qualora si volesse ottenere una superficie granulosa, si potrà scagliare sulla superficie bagnata pozzolana asciutta a piccola granulometria. Dopo aver atteso il tempo necessario affinché si crei un legame tra supporto e sabbia, la superficie verrà ripulita con pennello morbido.

### **Tappezzerie**

La parete per l'applicazione di tappezzerie dovrà essere preventivamente preparata mediante rimozione dell'eventuale rivestimento, carteggiatura del fondo, raschiatura e stuccatura dell'intonaco, in modo da creare un supporto liscio e privo di asperità e rugosità.

Nel caso in cui si rendessero evidenti spigoli concavi e convessi non perfettamente verticali, essi dovranno essere ripresi e ripristinati. In alternativa, nella posa si dovrà tenere conto di tale imperfezione collocando in opportuni punti poco visibili le giunzioni atte all'assorbimento di tale variazione.

La posa della tappezzeria sarà eseguita posando uno strato di fissativo a base di colle naturali sul quale, nei casi in cui si operi su manufatti di un certo pregio architettonico, si disporrà un primo strato di carta di base, la quale avrà la funzione di migliorare la qualità del supporto; si farà quindi aderire il rivestimento finale, avendo cura di far combaciare i lembi senza sovrapposizioni, riprendendo con precisione il disegno proposto. Alla fine della posa, la parete dovrà risultare liscia, i teli perfettamente verticali e i bordi inferiori e superiori, come pure quelli contigui alle aperture o ai vani rientranti, dovranno essere opportunamente rifiniti con fasce lignee o di tappezzeria.

### **Serramenti Infissi in legno**

#### **Generalità**

L'appaltatore eseguirà tutti i serramenti secondo le prescrizioni di progetto, avendo cura di realizzare spallette di muratura, rientranze e quant'altro occorra, secondo modalità che consentano il montaggio dei telai e rendano ben funzionanti gli infissi.

L'appaltatore modificherà il senso di apertura e il posizionamento dell'incernieratura solo dietro esplicita prescrizione della direzione lavori avendo cura, in presenza di muratura portante o di spessori consistenti, di disporre il telaio in posizione tale che parte della porta

resti all'interno dell'imbotte, riducendo così il suo ingombro (salvo diverse prescrizioni); adopererà il materiale secondo il disegno, la finitura e la lavorazione specificata.

L'appaltatore dovrà esibire campioni interi, uno per ogni tipo di infisso, oppure porzioni di infisso, con particolare riguardo al collegamento angolare, in modo da mostrare la sezione dei profili usati, la scanalatura per la fodrina o per la vetrocamera, o ancora le sezioni dei portoncini e delle porte tamburate.

Tutta la ferramenta dovrà essere funzionare perfettamente, a partire dalle cerniere per arrivare alle serrature, e per ognuna di queste l'appaltatore dovrà fornire una coppia di chiavi.

La direzione lavori dovrà ritenere accettabili i serramenti non solo per tipologia esecutiva ma in particolare dopo la posa, tenendo conto del fatto che l'opera non debba prescindere dalla qualità e precisione con cui l'appaltatore dovrà aver realizzato il montaggio e le rifiniture murarie, sia in caso di montaggio su tramezzature che su murature portanti a medio e grosso spessore, con o senza risega per la mazzetta e con o senza battuta.

I collegamenti saranno preferibilmente realizzati con giunto legno-legno, tranne nei casi in cui si debbano riprendere elementi della tradizione locale in cui sia prescritto e richiesto l'uso di viti, di chiodi o di cerniere a squadretta poste all'esterno.

La posa dovrà avvenire in modo tale che gli infissi possano ricevere almeno il trattamento finale, rendendo così possibile l'eventuale ripresa e l'eventuale recupero di piccole imperfezioni che potrebbero verificarsi in fase di montaggio.

I serramenti saranno ben revisionati, montati a piombo e messi a squadro, senza che si verifichino malfunzionamenti dei meccanismi di chiusura e di apertura.

Il legno sarà trattato come disposto, pertanto potrà essere lasciato a vista previo trattamento con cera, con flatting o altro trattamento oppure coperto con smalti, seguendo tutte le procedure previste nel paragrafo del capitolato dedicato al legno.

Tutte le misure di progetto dovranno essere ricontrollate in cantiere dall'appaltatore; qualunque mancata rispondenza dimensionale dovrà essere ripristinata a sue cure e spese.

### **Infissi esterni**

Gli infissi esterni in legno saranno eseguiti da ditte specializzate, secondo le dimensioni e il disegno previsti in progetto a partire dall'impiego dell'essenza legnosa prescritta, la quale dovrà essere adatta all'ambiente esterno.

In cantiere dovranno essere presentati campioni che riproducano in scala 1 : 1 almeno un angolo del serramento, incluso il telaio.



Il materiale dei profili lignei dovrà essere ben stagionato e stabile, in modo che non si abbiano a creare dannose deformazioni, dovrà presentare superficie piallata e lisciata, seguendo tutti i cicli di lavorazione previsti, inclusa la carteggiatura a diversa grana. Gli angoli saranno collegati secondo disegno e il collegamento sarà a doppio o a triplo tenone (intero o ridotto) e forcella.

Si potrà prevedere la dominanza dei montanti verticali o di quelli orizzontali oppure saranno realizzati collegamenti con unghiatura esterna collegata a tenone.

Le lavorazioni delle calettature potranno essere parallele o a coda di rondine e il fissaggio degli spigoli potrà essere realizzato, oltre che con colla, anche con cunei.

Le ante di finestra dovranno essere corredate di adeguato gocciolatoio ligneo (oppure metallico) in grado di condurre le acque meteoriche su soglie opportunamente lavorate e posate, così da allontanarle dalle parti murarie e lignee.

I sistemi di oscuramento potranno essere a scuretti, a portelloni o a persiana.

I portoncini saranno in legno massello ben stagionato e seguiranno, ove disposto, i disegni della tradizione locale oppure saranno realizzati su disegno disposto in progetto: potranno essere ad assito verticale incrociato con assito orizzontale, pertanto mostreranno una faccia con il sistema a grosse doghe detto alla mercantile. Per gli infissi la tenuta, che secondo le disposizioni del progetto dovrà essere termotecnica, deve essere eseguita esattamente come disposto: pertanto il numero di battute, le guarnizioni di chiusura e ogni altro elemento utile alla conservazione dei valori prescritti nel progetto energetico, inclusa la vetrocamera, dovranno rispondere alle prescrizioni. La direzione lavori rifiuterà dunque qualunque serramento non risponda ai requisiti disposti.

### **Infissi interni**

Gli infissi interni in legno saranno eseguiti da ditte specializzate, secondo le dimensioni e il disegno previsti in progetto e facendo uso della essenza legnosa prescritta.

In cantiere dovranno essere presentati campioni che riproducano in scala 1 : 1 almeno un angolo del serramento, incluso il telaio, oppure l'interno della parte tamburata.

Il materiale dei profili lignei e delle pareti dei tamburi dovrà essere ben stagionato e stabile, in modo che non si abbiano a creare dannose deformazioni e dovrà presentare superficie piallata e lisciata, seguendo tutti i cicli di lavorazione previsti, inclusa la carteggiatura a diversa grana; gli angoli saranno collegati secondo disegno tramite collegamento a doppio o triplo tenone (intero o ridotto) e forcella.





Le porte interne potranno essere a telaio con specchiature, pertanto richiederanno la realizzazione di fodrine, oppure interamente tamburate (con o senza specchiatura di vetro o di compensato).

Le fodrine saranno collegate ai telai, in fase di montaggio generale, all'interno delle scanalature a ciò disposte, lasciando tuttavia persistere una pur lieve possibilità di movimento relativo tra telaio e fodrina; le calettature delle fodrine o di altre parti lignee, potranno essere a battuta, a dente e canale, a doppia battuta.

Il montaggio potrà essere realizzato su controtelaio oppure a toppa o a rasamento.

Sulle tramezzature saranno presenti mostra e contromostra, mentre sui grossi spessori potrà essere prescritto imbotte in legno con contromostra.

### **Revisione di infissi in legno già esistenti**

L'appaltatore, nel caso siano presenti infissi da conservare, dovrà procedere, già in fase di smontaggio, alla pulizia e all'accatastamento in cantiere così da consentire successivamente al personale specializzato di prelevare tali serramenti e di revisionarli eseguendo le opportune integrazioni e gli opportuni trattamenti.

Gli infissi saranno smontati nelle singole parti che li compongono, laddove è necessario che vengano eseguite integrazioni di parti lignee, di ferramenta e di collegamenti.

L'appaltatore, individuato il tipo di legname di cui sono composti, provvederà a eseguire le tassellature, le quali, mediante materiale identico o affine, riprendendo l'andamento delle venature, sostituiranno le parti degradate con elementi nuovi; eseguirà dunque i giunti ritenuti necessari (a coda di rondine, a battuta, a tenone e mortasa) rendendo minima la visibilità del nuovo inserto.

Qualora la ferramenta fosse difettosa e non recuperabile, l'appaltatore dovrà sostituirla con altra del tutto simile. Nel caso in cui sia difficile eseguire integrazioni su infissi preesistenti, con la direzione lavori si dovrà scegliere la soluzione più adeguata.

Per portoni e portoncini esterni, specie se posti a quota strada, sovente i danneggiamenti interesseranno tutto lo zoccolo inferiore, il quale risulterà devastato da funghi e muffe: in questo caso sarà opportuno eseguire tutti i trattamenti disinfestanti e protettivi necessari prima di eseguire integrazioni di sorta.

L'appaltatore seguirà, salvo diverse indicazioni, le modalità esecutive della tradizione, sia per le nuove lavorazioni del legno che per le integrazioni. Gli infissi esistenti, sia quelli integrati che quelli semplicemente revisionati a livello funzionale, dovranno presentare complanarità, essere a piombo e perfettamente funzionanti nella ferramenta e in ogni loro parte.

## Lavorazioni in ferro

### Infissi, inferriate e cancellate

#### Generalità

Il ferro adoperato per serramenti, per cancellate o per inferriate dovrà essere lavorato con cura così da ottenere finiture ben levigate e prive di asperità incongrue, sia sul piano estetico che funzionale.

La cura dovrà essere massima in corrispondenza di saldature a cordone, le quali non dovranno presentare discontinuità e forature ma che dovranno essere ridotte a levigatura quando dovessero essere presenti in numero eccessivo. Tutti i fori, filettati e non, dovranno essere realizzati con trapani del tipo più adeguato, in modo che risultino perfetti nella forma e nei bordi.

Tutte le misure di progetto dovranno essere ricontrollate in cantiere dall'appaltatore, il quale dovrà assicurarsi che l'esecuzione risponda alle disposizioni di cantiere e il quale dovrà garantire il buon funzionamento di ogni singola parte nonché la corretta rispondenza alle misure stabilite e qualunque altra assicurazione sia indispensabile alla perfetta riuscita dell'intervento.

I materiali in ferro forniti in cantiere saranno pretrattati al minio.

#### Inferriate e cancellate

Inferriate e cancellate saranno realizzate seguendo i disegni prescritti e potranno essere realizzate in ferro pieno curvato e battuto, secondo le disposizioni, o realizzate con profili a sezione aperta o a sezione cava.

I montanti dovranno essere realizzati a piombo e dovranno essere rispettate le angolature e le distanze disposte tra le singole parti. Le intersezioni tra montanti e traversi, ancorché non ortogonali, potranno ottenersi con saldatura, con chiodatura ribattuta previa esecuzione di fori con trapano, con tagli a occhiello e inserimento del tratto ortogonale fino all'ottenimento di una grata a quadretti o a rombi.

Potranno avere telaio fisso, oltre a quello mobile munito di cerniere, dotato il primo di staffe e grappe che ne consentano l'ancoraggio alle murature.

In alcuni casi, quando il serramento abbia solo funzione protettiva, il telaio di ferro richiederà la semplice posa di rete antivolatile, rete che potrà essere in acciaio inox o zincato. Nel

caso di edifici monumentali, potrà essere richiesto telaio in bronzo e rete in rame eseguita a mano.

A montaggio ultimato, l'opera dovrà presentarsi completa di ogni finitura, pertanto, dopo la necessaria preparazione del supporto, saranno eseguiti i trattamenti antiossidanti e le verniciature.

Il funzionamento dovrà essere ineccepibile e dovrà assicurare la perfetta posa a piombo.

## **Infissi**

L'appaltatore, per la realizzazione di infissi in ferro, dovrà verificare in cantiere tutte le misure.

Egli dovrà eseguire i telai con i profili designati, siano essi ottenuti con dimensioni commerciali che eseguiti su misura, in particolare nel caso di telai con sezioni minime che debbano essere conservate in modo da non alterare i caratteri originari del manufatto.

L'appaltatore dovrà fornire un campione che comprenda telaio fisso e telaio mobile, in maniera da poter valutare le sezioni realizzate in relazione alle disposizioni; tali infissi potranno avere ogni tipo di chiusura e, se realizzati in alto e quindi poco accessibili, dovranno essere elettrificati o dotati di asta ad apertura manuale e in ogni caso dotati di cerniere e di ferramenta adeguate alle dimensioni e alla tipologia di funzionamento.

A montaggio ultimato, eseguita ogni lavorazione che riguardi la protezione e il trattamento finale estetico, gli infissi dovranno risultare perfettamente funzionanti nel loro sistema di apertura/chiusura e maneggevoli nel loro uso.

## **Opere in vetro Vetri per infissi**

I vetri per gli infissi saranno generalmente chiari e preparati, se previsto, in vetrocamera a taglio termico, secondo gli spessori disposti. In caso contrario, saranno a semplice vetro.

Qualora si debbano realizzare su opere monumentali vetrate di infissi posti in luoghi poco accessibili, potrà essere impiegato vetro antisfondamento, dotato anche di una buona resistenza all'urto di volatili costretti ad abbandonare immediatamente l'habitat monumentale.

Al fine di ottenere gli effetti desiderati, si potranno adoperare anche più strati di vetro a diversa finitura, per esempio la combinazione di vetro opalino oppure a buccia di arancia con vetro bronzato garantisce un buon effetto visivo, anche parzialmente coprente ma tendenzialmente con effetto antico.

Per infissi interni potranno essere richiesti vetri particolari, per esempio vetro di Liegi o cosiddetto rigatino oppure vetri smerigliati, molati, ecc.



L'appaltatore dovrà accertarsi che le lavorazioni siano accettate dalla direzione lavori, presentando in cantiere opportuni campioni che verranno contrassegnati e tenuti in deposito.

La posa storica potrà avvenire mediante canalini di piombo, mediante scorrimento del vetro dall'asola eseguita sul traverso superiore oppure mediante mastice di chiusura, messo in opera a scivolo in modo da favorire l'allontanamento delle condense e dell'acqua di pioggia; in alternativa si avranno fissaggi mediante listelli fermavetro opportunamente modananti.

Sugli infissi metallici, la posa avverrà previa preparazione del telaio con materiale elastico, che potrà essere costituito da una piccola guarnizione di neoprene, uno stucco elastico o qualunque altra cosa risulti sigillante rispetto all'umidità e impedisca rotture del vetro in presenza di differenze di dilatazioni termiche.

Per la posa dei fermavetri, o di altro sistema di fissaggio, si sceglierà il verso più facilmente raggiungibile una volta che i ponteggi non saranno più in opera. Il vetro, alla fine, dovrà risultare perfettamente fissato in modo che non si verifichino inopportune vibrazioni, essere pulito su entrambe le superfici, incluse quelle interne nelle vetrate a più spessori, lucido e privo di rigature e abrasioni.

Eventuali errori di fornitura, sia riguardo alla tipologia che alle dimensioni e alla qualità, e eventuali danneggiamenti del materiale, saranno a totale carico dell'appaltatore.

### **Vetri per calpestio**

La direzione lavori, in accordo con gli organismi preposti alla tutela del bene, qualora in manufatti monumentali si debbano rendere visibili porzioni storiche rinvenute sotto il livello di calpestio, disporrà la realizzazione di tratti di pavimento in vetro resistente agli urti e ai carichi.

Le lastre saranno opportunamente calcolate e certificate. Esse saranno ottenute tramite la sovrapposizione di più strati e si presenteranno dello spessore finale adeguato per essere collocate nelle intelaiature pavimentali; la superficie dovrà presentarsi lucida e priva di rigature inopportune.

Se necessario, per evitare eventuali fenomeni di condensa che celerebbero i resti sottostanti, si potranno realizzare ai bordi asole aeranti bordate con profili metallici e coperti con lamierino forellato.

### **Opere da lattoniere**

## **Canali di gronda, pluviali, scossaline e converse**

Si intendono per lattonerie tutte quelle lavorazioni di materiali metallici ridotti in lamierini lavorabili, quali rame, zinco, piombo, acciaio zincato, ottone o altra lamina.

Tali materiali verranno sostanzialmente adoperati a protezione di parti di manufatti architettonici, quali ad esempio cornici, aggetti, soglie, parapetti o altro oppure per realizzare canalizzazioni per la raccolta delle acque piovane dalle coperture (canali di gronda, pluviali e bocchettoni di uscita).

L'appaltatore dovrà fare uso della lamiera prescelta, sia come tipo di materiale che come spessore, lavorandola adeguatamente a perfetta regola d'arte, facendo uso degli adeguati sistemi di giuntura e di saldatura, quali per esempio la rivettatura o la saldatura a stagno, a piombo o a ottone, assicurandosi che non si verifichino perdite di acqua durante il suo passaggio.

Il fissaggio sulle parti murarie non dovrà compromettere in alcun modo la tenuta impermeabile e dovrà quindi garantire l'assenza di infiltrazioni di qualunque sorta, ciò anche quando dovranno essere realizzate le opportune connessioni tra i singoli fogli di lamiera mediante piegatura.

Se necessario, sotto i lamierini saranno realizzate ulteriori passate di materiale impermeabile fluido in modo da assicurare anche un supporto più elastico alle scossaline o alle converse.

Nella sagomatura dei canali e delle scossaline, la piegatura terminale deve garantire che non si creino danni alle persone a causa di bordi o parti taglienti.

I pluviali e i canali di gronda saranno assicurati alle parti murarie tramite imboccature, cravatte e cicogne, anche queste di rame, opportunamente fissate alla muratura o al solaio, in modo da garantire la tenuta all'acqua nei punti di fissaggio e di connessione.

Per i canali di gronda, l'appaltatore dovrà eseguire le adeguate pendenze, conducendo le acque al pluviale più vicino; la sezione potrà essere curva o quadrata o diversamente profilata, purché consenta un adeguato displuvio. Tutti i collegamenti dei pluviali saranno eseguiti con pezzi speciali; le deviazioni di tracciato, invece, saranno realizzate con curve a 45°, anche consecutive, oppure con pezzi speciali ottenuti da tratti rettilinei consecutivi collegati secondo una linea spezzata. Tutte le giunzioni saranno eseguite con adeguati sistemi a bicchiere a tenuta stagna, con saldature e con interposizione di materiale adesivo in grado di assorbire le dilatazioni termiche.



## **ORDINE DA TENERSI NELLA CONDUZIONE DEI LAVORI E COLLOCAMENTO IN OPERA**

### **Collocamento in opera di materiali e di manufatti**

#### **Generalità**

L'appaltatore dovrà mettere in opera materiali e manufatti prelevandoli dal luogo di deposito o dal sito nel quale sono depositati e trasportarli, a propria cura e spese, nel luogo nel quale dovranno essere impiegati o messi in opera.

Deve intendersi quale trasporto sia quello effettuato a mano che quello effettuato con qualsiasi mezzo di trasporto o con qualsiasi ausilio necessario anche al carico e allo scarico, sia per spostamenti orizzontali che per trasporti in verticale (ossia per innalzamento) e sarà l'appaltatore a restare comunque responsabile di eventuali danni a cose o persone che da ciò dovessero derivare.



L'appaltatore sarà responsabile dei manufatti e dei materiali sia durante il trasporto che in caso di deposito in cantiere in vista di utilizzo e di montaggio, pertanto dovrà provvedere a adottare adeguate modalità di protezione.

Trasporterà e provvederà alla protezione anche di materiali e manufatti provenienti da altre ditte oppure provenienti dallo stesso cantiere, i quali saranno accatastati in apposito luogo, anche lontano dal cantiere. Provvederà personalmente al collocamento in opera, salvo disposizioni diverse se previste in appalto e sarà pertanto responsabile di qualunque vizio, danno o difetto invalidanti l'impiego del materiale trasportato.

#### Collocamento in opera di manufatti in legno

Tutti gli infissi in legno e gli altri accessori, quali telai e contro telai, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le modalità specificatamente richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio: pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo anche con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche o staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato l'infisso sia perfettamente funzionante in ogni sua parte e non presenti dannosi sbilanciamenti e fuori piombo che non siano in grado di assicurare la corretta disposizione delle ante.

Ogni necessario ripristino delle finiture intorno agli infissi sarà realizzato a cura dell'appaltatore. Collocamento in opera di manufatti in ferro

Tutti gli infissi in ferro e gli altri accessori, quali telai e contro telai, inclusi altri manufatti quali ringhiere, inferriate o altro, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le modalità specificatamente richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio, pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo anche con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche o staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato l'infisso o il manufatto sia perfettamente funzionante in ogni sua parte e non presenti dannosi sbilanciamenti e fuori piombo che non siano in grado di assicurare la corretta disposizione delle ante.

Ogni necessario ripristino delle finiture intorno agli infissi sarà realizzato a cura dell'appaltatore. Collocamento in opera di manufatti in pietra e in marmo



Tutti i manufatti in pietra naturale e in pietra artificiale (quali manufatti in laterizio, incluse cornici realizzate a piè d'opera in cemento) e in marmo, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le specifiche modalità richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio, pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo se necessario con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche, con perni o con staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato siano perfettamente posizionati, rispettando tutti i requisiti della regola dell'arte.

Non dovranno presentare crinature, scheggiature, raschiature o altro danno visibile o funzionale, pertanto l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese all'eventuale ripristino o alla eventuale sostituzione.

Il montaggio sarà ritenuto corretto se a tergo delle lastre o dei manufatti gli eventuali vuoti saranno stati riempiti in modo da assicurare una adeguata superficie di appoggio e di aderenza che li metta al riparo da rotture. Dovrà essere utilizzata la malta prevista nelle singole voci di lavorazione, evitando il più possibile l'impiego di malta cementizia e di additivi acceleranti o ritardanti della presa.

Potrà essere richiesto il montaggio a macchia aperta, a vene parallele, a vene ortogonali o ad altro disegno. L'appaltatore provvederà in opera a effettuare gli eventuali e necessari adattamenti dei singoli elementi al luogo nel quale dovranno essere collocati, senza che ciò sia di nocimento ai materiali e ai manufatti e rimanendo sempre responsabile anche per forniture fatte da altri.

Nel caso di montaggio di cornici, stipiti, trabeazioni e altro, l'appaltatore dovrà provvedere assicurando il piombo verticale e l'orizzontalità perfetta. Potrà procedere anche mediante getti che inglobino le ammorsature, specie se richiesto dalla direzione lavori, senza che con ciò si debbano mettere in conto compensi aggiuntivi.

Tutti i giunti e le commettiture dovranno essere realizzate a perfetta regola d'arte, in modo da risultare visibili il meno possibile.

Nel caso di soglie, gradini, cornici e timpani esterni, questi dovranno possedere l'adeguata pendenza per assicurare l'allontanamento delle acque.

Collocamento in opera di manufatti forniti dalla stazione appaltante

Nel caso in cui la stazione appaltante abbia disponibilità dei materiali e dei manufatti da collocare in opera oppure tali materiali e manufatti siano stati prelevati nello stesso cantiere oggetto dell'appalto, l'appaltatore avrà cura di provvedere al loro trasporto e alla loro conservazione, seguendo scrupolosamente le norme già illustrate in precedenza.





Egli, infatti, rimarrà sempre responsabile del materiale consegnatogli e pertanto dovrà provvedere all'adeguata conservazione dello stesso in modo da assicurarne l'indennità.

In relazione alla collocazione in opera valgono tutte le osservazioni già illustrate, incluse le modalità di trasporti e l'uso di mezzi nonché gli adattamenti delle parti al cantiere.

### **Ordine da tenersi nella conduzione dei lavori**

L'appaltatore potrà organizzare le lavorazioni e gli interventi con una certa discrezionalità, specie quando le lavorazioni siano subordinate a forniture particolari e realizzate da altri soggetti a lui facenti capo.

Egli, tuttavia, dovrà organizzarsi in maniera tale da assicurare la continuità dei lavori e anche una logica consequenzialità tra le varie lavorazioni in maniera che le stesse risultino compiute a regola d'arte nei tempi contrattuali previsti e secondo il cronoprogramma disposto e in modo che nella successione delle opere non si arrechi pregiudizio o nocumento alla stazione appaltante.

Nel caso di forniture a carico dell'amministrazione appaltante, la direzione lavori, a suo giudizio o su richiesta della stessa amministrazione, potrà disporre l'esecuzione delle relative opere, senza che l'appaltatore possa essere ostativo o richiedere compensi aggiuntivi.